CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. ES.-L. PATENAUDE, MINISTRE; R.-G. MCCONNELL, SOUS-MINISTRE.

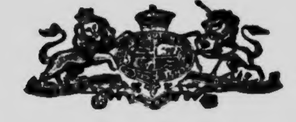
DIVISION DES MINES
EUGÈNE HAANEL, PH.D., DIRECTEUR.

RECHERCHES SUR LE COBALT ET SES ALLIAGES, FAITES À L'UNIVERSITÉ QUEENS, KINGSTON, ONTARIO, POUR LA DIVISION DES MINES DU MINISTÈRE DES MINES

QUATRIÈME PARTIE

Les alliages de cobalt à propriétés non-corrosives

PAR
Herbert-T. Kalmus, B.Sc., Ph.D.
ET
K.-B. Blake, B.Sc.



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1917.

Nº 412.

CANADA

MINISTÈRE DES MINES

HON. ES.-L. PATENAUDE, MINISTRE; R.-G. MCCONNELL, SOUS-MINISTRE.

DIVISION DES MINES

EUGÈNE HAANEL, PH.D., DIRECTEUR.

RECHERCHES SUR LE COBALT ET SES ALLIAGES, FAITES À L'UNIVERSITÉ QUEENS, KINGSTON, ONTARIO, POUR LA DIVISION DES MINES DU MINISTÈRE DES MINES

QUATRIÈME PARTIE

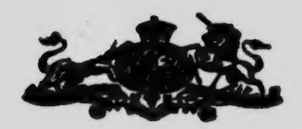
Les alliages de cobalt à propriétés non-corrosives

PAR

Herbert-T. Kalmus, B.Sc., Ph.D.

ET

K.-B. Blake, B.Sc.



OTTAWA

IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT

1917.

29388c

N° 412.

AVIS

Cet ouvrage est une traduction du rapport publié en anglais sous le n° 411 dans l'année 1916.

MINISTÈRE DES MINES

HON. P.-E. BLONDIN, Ministre; R.-G. McCONNELL, Sous-Ministre.

DIVISION DES MINES

EUGÈNE HAANEL, Ph.D., Directeur.

LETTRE D'ENVOI.

Dr Eugène Haanel,
Directeur de la division des mines,
Ministère des mines,
Ottawa.

Monsieur,—

J'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint un rapport sur "Les alliages du Cobalt à propriétés non corrosives." C'est la quatrième partie achevée de la série des recherches sur le cobalt et ses alliages, dans le but d'accroître leur valeur économique, qui ont été l'objet de travaux spéciaux faits sous ma direction, à l'université Queens, Kingston, Ontario, pour la division des Mines, du ministère des Mines, à Ottawa.

J'ai l'honneur d'être, monsieur,
Votre obéissant serviteur,
(*Signé*) **Herbert T. Kalmus.**

Boston, Mass., 22 avril, 1916.

TABLE DES MATIÈRES.

ILLUSTRATIONS.

Dessins.

RECHERCHES SUR LE COBALT ET SES ALLIAGES, FAITES À L'UNIVERSITÉ DE QUEENS, KINGSTON, ONTARIO, POUR LA DIVISION DES MINES, DU MINISTÈRE DES MINES.

QUATRIÈME PARTIE.

LES ALLIAGES DU COBALT À PROPRIÉTÉS NON-CORROSIVES.

QUATRIÈME PARTIE.

ALLIAGES DU COBALT À PROPRIÉTÉS NON-CORROSIVES.

INTRODUCTION.

La présente étude est la quatrième partie de la série des recherches qui ont été faites à l'Université Queens, Kingston, Ontario, pour la division des Mines, du ministère des Mines, dans le but d'accroître la valeur économique du cobalt et de ses alliages. Ces recherches embrassent les points suivants:

I. La préparation du cobalt métallique par la réduction de l'oxyde.
II. Les propriétés physiques du cobalt métallique.
III. La galvanoplastie au cobalt.
IV. Les alliages du cobalt à propriétés non corrosives.
V. Les propriétés magnétiques du cobalt et du Fe_2Co.

LA CORROSION EN GÉNÉRAL.

Des trois principales théories de la corrosion, à savoir: (1) la théorie du gaz acide carbonique; (2) la théorie du peroxyde d'hydrogène; et (3) la théorie électrolytique, cette dernière semble la plus en harmonie avec tous les faits.

W.-H. Walker[1] explique de la manière suivante les points essentiels de la théorie électrolytique de la corrosion:—

Tout métal, lorsqu'il est mis dans l'eau ou dans des conditions telles qu'une mince couche d'eau puisse se déposer à sa surface, tend à se dissoudre dans l'eau, ou en d'autres termes, à passer de l'état atomique ou métallique à l'état d'ion. Cette tendance des métaux à disparaître varie à partir du sodium ou du potassium, où elle est si violente qu'elle amène une décomposition immédiate du métal et de l'eau, jusqu'à l'or ou au platine où cette tendance est nulle. Entre ces deux extrêmes, nous trouvons tous les autres métaux ordinaires, y compris l'élément hydrogène, que l'on peut regarder comme un métal. Lorsque l'atome d'un métal est placé dans l'eau, il prend une charge positive d'électricité, tandis que le métal dont il provient porte une charge négative; cette propriété ou cette tendance à se dissoudre s'appelle sa tension de dissolution. Il est clair, toutefois, que cette action ne peut être de longue durée, car, étant donné que la masse du métal et de la solution sont de polarité opposée, la tension électrolytique devient si forte que les atomes ne pouvant plus passer à l'état d'ions, la dissolution cesse. Helmholtz fut le premier à décrire ce phénomène qu'il dénomma un double milieu électrolytique. Si maintenant il y a dans l'eau des ions d'un autre métal, qui a une tension de dissolution inférieure à celle du métal en question, la réaction précédemment décrite se fera en sens inverse, et l'ion avec la moindre tension de dissolution retournera à l'état métallique, en se déposant sur le premier métal et en perdant sa charge d'électricité. Dans ce cas, le premier métal sera chargé positivement, et la dissolution avec laquelle il est en contact immédiat sera chargée négativement; ce qui tend à développer un second milieu électrolytique de polarité opposée au premier. La conséquence est qu'un courant d'électricité passe du métal à la solution à l'endroit où le métal entre en dissolution, puis à travers la solution jusqu'au métal au point où les ions du second métal se déposent, et de là, à travers le premier métal, de nouveau au point de départ. Ainsi les doubles milieux électrolytiques disparaissent, le courant électrique se produit, et l'action dissolvante de l'eau sur le premier métal continue.

Ce phénomène et son rapport avec la corrosion du fer sont visibles dans la pile familière Daniel, dite pile de gravité. Dans le cas du fer pur dans l'eau, on constate un état de choses tout-à-fait analogue. L'eau elle-même se dissocie dans des proportions faibles, quoique

---

[1] Journal of the Iron and Steel Institute, 1909, vol. I, p. 70.

très définies, en ions d'hydrogène (H) et d'hydroxyl (OH). Quand une lame de fer pur vient en contact avec l'eau, elle développe dans l'eau des atomes de fer ayant la forme d'ions chargés positivement. L'hydrogène, comme métal, a une tension de dissolution beaucoup moindre que celle du fer, et par conséquent, un nombre proportionnel d'ions d'hydrogène se déposent sur la lame de fer (laissant les ions libres d'hydroxyl avec leurs charges négatives contrebalancer les ions de fer avec leurs charges positives), et un courant d'électricité passe du fer par l'entremise des ions de fer à la dissolution, et par l'entremise de l'hydrogène de la solution au fer de nouveau, formant ainsi un circuit complet. Mais il y a ici un écart notable dans l'analogie avec la pellicule de cuivre dans la pile Daniel. Le cuivre déposé est un bon conducteur du courant et n'offre aucune résistance à son passage de la solution au fer auquel il est adhérent. C'est le contraire qui arrive dans le cas de l'hydrogène qui se dépose; ici il y a un véritable isolateur; une enveloppe de gaz qui offre une haute résistance à l'écoulement du courant. Par conséquent, quoique dans le cas de la lame de fer dans l'eau il y ait toutes les conditions requises pour que la dissolution se fasse sans arrêt, cependant, grâce à la résistance qu'offre l'enveloppe d'hydrogène déposé (la polarisation), l'action doit cesser.

Tout comme dans le cas du fer, dans une solution de sulfate de cuivre, la rapidité de la réaction dépendait du nombre des ions de cuivre présents dans la solution, de même, ici, la dissolution du fer dépend, en premier lieu, du nombre d'ions d'hydrogène présents. Ce nombre d'ions d'hydrogène, ou la concentrations de ces ions, s'accroît par l'addition d'un acide. Un acide faible comme l'acide carbonique en augmente le nombre, mais dans des limites relativement très étroites; tandis qu'un acide fort, comme l'acide chlorhydrique ou sulfurique, en augmente le nombre à tel point que l'action dissolvante devient violente, et que l'hydrogène libéré se dégage à la manière d'un jet de gaz.

Puisque la présence de l'enveloppe polarisante d'hydrogène arrête la dissolution continue du fer, il est clair qu'il faut enlever cet hydrogène si l'on veut que la réaction continue. Dans la corrosion ordinaire, c'est l'oxygène de l'atmosphère, en dissolution dans l'eau, qui détruit l'enveloppe d'hydrogène. La réaction dans ce cas consiste tout simplement dans l'union de l'hydrogène en dépôt sur le fer et de l'oxygène emprunté à l'air, et la reconstitution de l'eau. Il s'ensuit que toute substance qui se dissout ou qui réagit avec l'hydrogène doit accélérer la corrosion. Et c'est bien ce qui arrive en pratique.

La science et le génie civil inclinent à accepter l'explication électrolytique de la corrosion. Les causes réelles de la corrosion sont, sans doute, beaucoup plus complexes que l'exposé précédent de l'électrolyse. Comme théorie, elle a été une désillusion pour les ingénieurs, car elle n'a pas pu prédire plusieurs phénomènes inquiétants, ni en suggérer les remèdes, cependant, elle est actuellement l'hypothèse la plus acceptable en pratique.

Si l'on accepte la théorie électrolytique, il résulte dans le cas du fer—les autres conditions étant les mêmes—que l'absence aussi complète que possible d'impuretés devrait augmenter sa résistance à la corrosion. Il ne s'ensuit pas, toutefois, que parmi les métaux qui nous viennent de l'industrie, ceux qui révèlent à l'analyse la plus basse teneur d'impuretés soient les moins sujets à la corrosion, car les autres conditions sont loin d'être toujours les mêmes. Même chez un métal pur, les compressions et les dilatations qui proviennent du refroidissement inégal d'un moulage, ou du laminage à chaud ou à froid, donnent lieu à une tension de dissolution inégale à différents points du métal, surtout à la surface, et facilitent ainsi la corrosion. De même aussi, dans la préparation des métaux chimiquement purs, la résistance à la corrosion peut décroître par l'occlusion de gaz, ou pour d'autres causes inséparables, du moins en partie, de l'effort même pour atteindre ce haut degré de pureté.

On remédie d'ordinaire aux efforts de compression et de tension, totalement ou en partie, par le recuit total des métaux qui doivent servir aux matériaux de toiture en feuilles, ou pour d'autres usages où la corrosion joue un rôle considérable. Un certain nombre de techniciens ont démontré les effets de l'occlusion de l'hydrogène dans l'acier, et, dans certaines conditions, le volume de gaz absorbé peut atteindre près de 50% de celui du métal lui-même.

La vitesse avec laquelle l'hydrogène disparaît dans la dépolarisation varie d'après la tension des dissolutions, le survoltage, les propriétés catalytiques, les différences relatives de potentiel des différents points de la

surface, complexité beaucoup plus grande que les données élémentaires qui précèdent.

Il est généralement reconnu que deux métaux formant un alliage possèdent souvent une résistance plus grande à la corrosion que chacun des deux métaux constitutifs pris séparément. Le principe est applicable à n'importe quel nombre de constituants. Ceci peut dépendre de la formation d'un ou de plusieurs composés des deux métaux, ou encore, dans certaines conditions spéciales, cela peut résulter de la combinaison de l'un des métaux de l'alliage avec les impuretés de l'autre métal, de façon à rendre la tension de dissolution des composés nouveaux à peu près identique. L'alliage d'un autre métal avec le fer ou l'acier peut aussi influencer la corrosion du fer ou de l'acier original en augmentant ou en diminuant la teneur de l'hydrogène absorbé.

Un autre résultat important de l'introduction du second métal serait de produire un oxyde, au début de la corrosion, lequel est de sa nature assez adhérent pour former un dépôt solide, qui arrête la corrosion ou protège contre un excès d'oxygène.

BUT DES RECHERCHES.

Puisqu'il est impossible de savoir, *à priori*, quel effet produirait l'addition d'un métal quelconque sur les propriétés d'un autre métal, et comme il a été démontré que de faibles quantités de certains métaux augmentent la résistance du fer à la corrosion atmosphérique, les présentes recherches ont été entreprises dans le but de déterminer l'effet de l'addition de petites quantités de cobalt sur la corrosion à l'air du fer et de l'acier doux. Nous avions surtout en vue l'addition de petites quantités de cobalt au fer très pur obtenu par le procédé Siemens-Martin pour les matériaux de toiture en feuilles. Nous avons fait des essais comparés de faibles quantités de cobalt, de nickel et de cuivre.

Les résultats positifs de certaines expériences préliminaires antérieures, décrites au paragraphe suivant, avaient éveillé notre intérêt.

EXPÉRIENCES PRÉLIMINAIRES.

Dès le début de l'automne de 1912, au cours de nos recherches sur le cobalt et ses alliages, nous préparâmes une série préliminaire d'alliages par l'addition de faibles pourcentages de cobalt et de nickel à du fer très pur. Ces alliages furent exposés pendant plusieurs mois sur le toit de Nicol Hall, Université Queens, Kingston, Ontario. Après avoir été ainsi exposés, ils furent repris, et l'on détermina l'étendue de la corrosion. Dans chaque cas, on constata que l'addition de faibles quantités de cobalt et de nickel diminuait la corrosion du fer pur.[1]

Plus tard, on prépara une seconde série d'alliages de la même manière et avec les mêmes matériaux, et on les exposa dans des conditions identiques à celles de la première série, à partir du 16 juin, 1913, jusqu'au 16 octobre, 1913. À l'expiration de ces 122 jours d'exposition, on reprit les alliages, et on calcula le degré de corrosion en grammes par centimètre carré de surface exposée, pour une année.

Malheureusement, deux des alliages de cette série subirent un accident pendant qu'ils étaient exposés: ils s'échappèrent de leur cadre, et vinrent heurter le toit de métal; ce qui fait que la série n'est pas suffisamment complète pour nous permettre d'en donner tous les détails. Cependant, comme les résultats obtenus concordaient généralement avec ceux de la série précédente, nous sommes portés à croire que l'addition de quantités

[1] Le "fer pur" était le fer américain en lingot: voir p. 5.

convenables de cobalt au fer pur pourrait augmenter ses propriétés non corrosives.

La méthode que nous avons suivie d'ordinaire dans ces recherches préliminaires est celle-là même qui est expliquée au long pour les séries complètes que nous décrirons plus loin.

Pour diverses raisons, on devra considérer comme préliminaires seulement les deux séries d'expériences décrites précédemment, et tout d'abord, parce que les alliages n'ont été soumis à aucun traitement à chaud.

Conclusions.

1. De ces expériences préliminaires, il ressort que l'addition de faibles pourcentages tant de cobalt que de nickel au fer américain en lingot augmente ses propriétés non corrosives.

2. Le cobalt ser[illegible]le plus effectif que le nickel, à parties égales.

3. Ces résultats étaient de nature à provoquer un plus grand intérêt, mais ils n'étaient pas suffisamment complets ni assez péremptoires pour justifier des conclusions finales, surtout quant aux mérites respectifs du nickel et du cobalt.

ESSAIS DES ALLIAGES NON CORROSIFS PRÉPARÉS PAR ADDITIONS DE COBALT, NICKEL ET CUIVRE, AU LINGOT DE FER AMÉRICAIN.

Nous donnons ci-après les résultats de trois séries d'observations nombreuses, d'où découlent nos conclusions. Les matériaux employés dans la préparation des alliages des trois séries, et aussi dans nos recherches générales, étaient les mêmes dans tous les cas, et on les trouvera avant les valeurs numériques de la corrosion pour les séries.

MATÉRIAUX POUR LA PRÉPARATION DES ALLIAGES.

La base de tous les alliages était le lingot de fer américain fourni par le Dr Beck, de la American Mill Company, Middletown, Ohio. Voici l'analyse de cette substance telle qu'envoyée par le Dr Beck:—

	%
Fe	99·9
S	0·023
P	0·004
C	0·010
Mn	0·031
Cu	0·028
O	0·035
Si	traces
Ca	aucun
Ni	aucun

Voici maintenant notre propre analyse:—

Fe	99·9
S	0·027
P	0·0075
C	0·010
Mn	0·027
Cu	0·048
Si	traces
Ca	aucun
Ni	aucun

Comme on a discuté dernièrement dans la presse l'effet du cuivre pour augmente. les propriétés non-corrosives du lingot de fer américain et autres matériaux semblables, nous avons fait, en outre des analyses usuelles vérifiées, des analyses additionnelles de la teneur en cuivre. Fixant notre valeur-étalon de cuivre à 0·048, nous sommes arrivés aux chiffres qui suivent après des analyses distinctes:—

0·046
0·045
0·050

Ces analyses furent faites par deux chimistes différents.

Une analyse subséquente du lingot de fer américain, laminé en feuilles pour matériaux de toiture, et envoyé à ce laboratoire par la "American Rolling Mills", Middletown, Ohio, donna le résultat suivant:—

Échantillon n° 34175[1]—Lingot de fer américain ·• feuille de corrosion, 8 pds. × 4 pds.

	%
S	0·026
P	0·009
C	0·010
Mn	0·022
Cu	0·016

Le cobalt, le nickel et le cuivre étaient également très purs, donnant à l'analyse 99·0% de cobalt; 99·3% de nickel; 99·8% de cuivre. Le cobalt fut préparé dans notre laboratoire par la réduction de l'oxyde raffiné,[2] le cuivre et le nickel provenaient de sources certaines, et furent analysés dans notre laborato.re, comme nous l'avons dit plus haut.

MANIÈRE DE PRÉPARER LES ALLIAGES.

Creuset et fourneau.

Les alliages furent tous préparés dans des creusets en graphite brasqués, grandeur n° 3 ou n° 5, fournis soit par la "Dixon Crucible Company", ou la "Jonathan Bartley Crucible Company." Ces creusets étaient recouverts à l'intérieur d'une couche de magnésite pulvérisée de première qualité, la magnésite ayant été mêlée à l'eau pour lui donner de la consistance jusqu'au durcissement. Un four électrique Hoskins à plaques de carbone, type résistance, servit à fondre ces alliages.

Fusion et moulage.

Les constituants de l'alliage à produire furent pesés et mis ensemble dans le creuset. Souvent ils furent mis dans le fourneau froid pour y être fondus sans avoir été préalablement chauffés, tandis que d'autres furent d'abord chauffés dans le fourneau à essence Monarch, avant de les introduire dans le four électrique chaud.[3] Quand on crut que les matières en fusion avaient été suffisamment traitées au four, on y ajouta de l'aluminium en poudre comme dégazéificateur, et on les versa dans des moules en fer de différentes profondeurs, qui donnèrent un lingot cylindrique d'environ 1·25" de diamètre. Les alliages des séries I et II furent coulés dans des moules carrés de dimensions à peu près égales. Le moulages pesait d'ordinaire environ 2 livres.

[1] Analyse fournie par le Dr Beck, American Rolling Mill Co., Middletown, Ohio.

[2] "Préparation du cobalt métallique par la réduction de l'oxyde," par Herbert T. Kalmus, Rapport n° 260, division des Mines, ministère des Mines, Ottawa, 1913. Journal de l'Industrial and Engineering Chemistry, 1914, vol. VI, p. 107.

[3] Pour la description de ce fourneau, voir "Préparation du cobalt métallique par la réduction de l'oxyde." Herbert T. Kalmus, rapport n° 260, division des Mines, ministère des Mines, Ottawa, 1913.

L'alliage était rejeté si le revêtement intérieur du creuset n'etait pas intact à la fin de l'opération ou si, après le traitement au four, on était convaincu que la fusion était venue en contact avec le creuset lui-même.

Préparation des disques pour les essais de corrosion.

Les moulages ainsi préparés avaient généralement de 4" à 6" de longueur, et environ 1·25" de diamètre. Ces barreaux étaient ensuite changés en disques pour les essais de corrosion, et quand ces disques étaient convenables, on les recuisait dans un four à moufle Fletcher Russell.[1]

Pour les petits échantillons, il suffisait de les chauffer à 780° C pendant deux heures et de les laisser refroidir avec le four pendant six heures.

Après en avoir enlevé la couche superficielle, le disque était poli au tour, et les tournures servaient aux déterminations du carbone. L'opération terminée, les disques étaient repolis avec soin sur un tour à tampons et mesurés pour être exposés.

Manière de prendre les mesures pour déterminer la corrosion.

Avant de les exposer, on mesura à diverses reprises et avec soin le diamètre et l'épaisseur des disques, et on prit la moyenne des résultats pour calculer la surface. Dans la première série préliminaire des expériences on pesa les disques avec soin, on les lava à l'alcool, pour enlever toute tache de graisse, et on les suspendit par des fils de soie à des chevilles plantées dans une grande planche. Planche et échantillons furent ensuite transportés sur le toit. Dans la seconde série préliminaire d'expériences, et dans les séries I et III, au lieu de suspendre les disques par des cordes de soie, on perça des trous sur l'un des bords des disques, et on y enfonça de force des chevilles de fibre vulcanisée. On les monta sur des cadres de la manière indiquée par les planches I et II. Les cordes de soie n'étant pas sûres, on eut recours à ce genre de support; il était arrivé plusieurs fois, après de violents orages, que les échantillons étaient tombés sur le toit de métal et s'étaient détériorés.

Quand on eut accordé un temps raisonnable à la corrosion, on reprit les échantillons, et on enleva la rouille au moyen d'une solution de citrate d'ammonium à 20%. Ils étaient alors lavés avec précaution à l'alcool, séchés, pesés, et on détermina la perte de poids de la façon indiquée dans les tableaux ci-dessous.

Absorption de gaz protoxyde de carbone.

Quoiqu'il n'y eût ni carbone ni matières contenant du carbone ajoutés à la charge, l'analyse de l'alliage, dans tous les cas, montrait que la teneur en carbone avait augmenté; dans un cas, de 0·010% à 0·048%. Il faut donc conclure que le carbone provient de l'atmosphère CO du fourneau. Comme l'action ne semblait pas uniforme dans les conditions existantes, nous n'avons pas déterminé les conditions qui influencent la vitesse d'absorption du carbone par le métal. Nous avons constaté avec certitude qu'il était beaucoup plus difficile d'obtenir des moulages pauvres en carbone des alliages cobalt-fer que d'obtenir les mêmes moulages des alliages nickel-fer ou cuivre-fer.

---

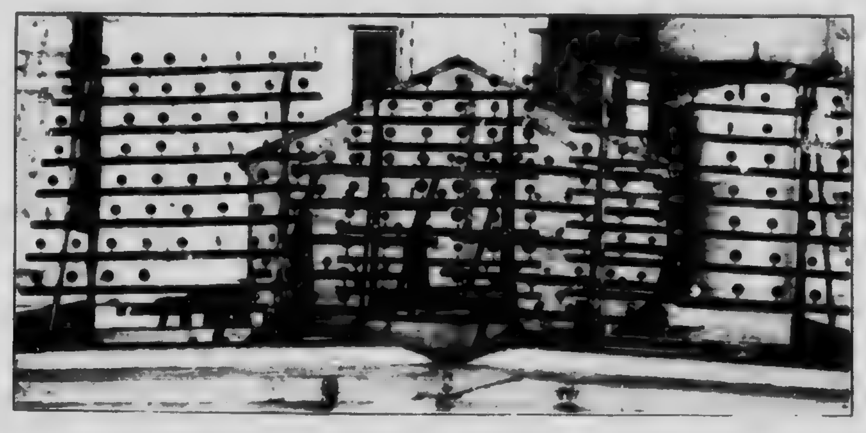
[1] Les séries I et II ne furent pas recuites; les séries III, IV, et V furent recuites.

PLANCHE I.



Essais de corrosion : méthode d'exposition des disques des alliages.

PLANCHE II.



Essais de corrosion : méthode d'exposition des disques des alliages.

ESSAIS DE CORROSION.

SÉRIE I.

Les alliages ci-dessous, qui forment la première série, furent exposés sur le toit de Nicol Hall, de la façon décrite plus haut, à partir du 18 mars, 1914, à dix heures du matin. Ils furent enlevés le 31 août, 1914, après avoir été exposés pendant 3984 heures.

Données des essais de la corrosion: série I.

2 décembre, 1913.

ALLIAGE H 202

Analyse approximative. Fer.................. 99·75%
Cobalt.................. 0·25
Four.............. Four Hoskins Resistor, type F. C., nº 105.
Creuset............ Graphite nº 3, doublure de magnésite.
Infusion........... Durée.................. 30 minutes.
Température........... 1500°C.
Température maxima de la fusion........... 1560°C.
Dégazéificateur...... aluminium en poudre.... 0·2 grammes.
Traitement à chaud.. aucun.

Le creuset, le four, le traitement à chaud, le dégazéificateur, et l'infusion pour la série suivante d'alliages furent les mêmes que pour l'alliage H 202.

10 février, 1914.

Alliage H 209

Fer.................. 99·5%
Cobalt................. 0·5

25 novembre, 1913.

Alliage H 198

Fer.................. 99·0%
Cobalt................. 1·0

25 novembre, 1913.

Alliage H 199

Fer.................. 98·0%
Cobalt................. 2·0

26 novembre, 1913.

Alliage H 200

Fer.................. 97·0%
Cobalt................. 3·0

29 novembre, 1913.

Alliage H 204

Fer.................. 99·75%
Nickel................. 0·25

4 février, 1914.

Alliage H 207

Fer.................. 99·5%
Nickel................. 0·5

22 novembre, 9113.

Alliage H 195

Fer.................. 99·0%
Nickel................. 1·0

23 novembre, 1913.

Alliage H 196

Fer.................. 98·0%
Nickel................. 2·0

SÉRIE I—suite.

24 novembre, 1913.

Alliage H 197

Fer	97·0%
Nickel	3·0

28 novembre, 1913.

Alliage H 205

Fer	99·75%
Cuivre	0·25

4 février, 1914.

Alliage H 206

Fer	99·5%
Cuivre	0·5

2 décembre, 1913.

Alliage H 208

Fer	99·0%
Cuivre	1·0

Alliage H 216

Fer	100·0%

Cette série comprenait aussi plusieurs alliages préparés, selon la méthode courante, par l'"American Rolling Mill Company." En voici la composition:—

Alliage 34204

Co	0·35%
C	0·010
Mn	0·020
P	0·009
S	0·022
Cu	0·020

Alliage 34196

Co	0·60%
C	0·010
Mn	0·020
P	0·008
S	0·040
Cu	0·024

Alliage 34185

Co	1·18%
C	0·015
Mn	0·017
P	0·006
S	0·034
Cu	0·028

Alliage 44009

Ni	0·75%
C	0·010
Mn	0·015
P	0·008
S	0·025
Cu	0·24

Alliage 34175

C	0·010%
Mn	0·022
P	0·009
S	0·026
Cu	0·016

SÉRIE I—suite.

Ces alliages, y compris l'échantillon de fer n° 34 175, ne furent soumis à aucun traitement à chaud après que nous les eûmes reçus, sous forme de feuilles en partie roulées d'environ 10″ de largeur et ½″ d'épaisseur. Les disques furent découpés de ces feuilles, et après en avoir pris les dimensions exactes, il furent exposés de la manière décrite dans la série. I.

Le tableau ci-joint indique la corrosion de ces divers alliages:—

Tableau des résultats des essais de corrosion des alliages de la série I.

	Dimensions du disque avant l'Exposition						*Poids du disque*		
Numéro de l'échantillon-alliage	Analyse immédiate	Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁸	Remarques.
Exposés le 18 mars, 1914, à dix heures. Enlevés le 31 août, 1914.									
H 204 (a)	Fe 99·75% Ni 0·25	3·0053	0·5735	19·60	31·7343	31·1464	0·5879	752	Rouille fort tenace.
H 204 (b)		2·9353	0·4829	17·99	25·4389	24·9393	0·4994	696	
207 (a)	Fe 99·5 % Ni 0·50	2·9972	0·5167	18·98	28·3184	27·9340	0·3844	510	Rouille fort tenace.
H 207 (b)		2·6507	0·5299	15·45	22·7629	22·3216	0·4413	717	
H 207 (c)		2·4714	0·4335	12·96	15·9782	15·5042	0·4740	905	
H 195 (a)	Fe 99·0 % Ni 1·	2·912	90·667	019·43	334·7888	34·2410	0·5478	694	Rouille tenace L'échantillon était tombé.
H 195 (b)		2·9126	0·6346	19·132	33·0043	32·2974	0·7069	928	
H 196 (a)	Fe 98·0 % Ni 2·0	2·9515	0·6293	19·520	33·6308	33·1004	0·5304	681	Rouille plus facile à enlever que dans H 195.
H 196 (b)		2·9538	0·6741	19·960	36·0536	35·5070	0·5466	687	
H 197 (a)	Fe 97·0 % Ni 3·0	2·9939	0·5960	19·687	32·4942	32·0300	0·4642	589	Rouille facile à enlever.
H 197 (b)		2·9756	0·4416	18·036	23·9081	23·4407	0·4674	652	
H 202 (a)	Fe 99·75% Co 0·25	2·9068	0·3958	16·89	20·4681	20·0148	0·4533	673	Rouille plus facile à enlever que dans H 200. L'échantillon était tombé.
H 202 (b)		3·0148	0·3888	17·95	21·5157	20·9614	0·5543	775	
H 209 (a)	Fe 99·5 % Co 0·5	2·7903	0·5974	17·47	28·4904	27·9386	0·5518	793	Les deux échantillons étaient tombés. Rouille très facile à enlever. Peu de rouille sur une des faces.
H 209 (b)		2·9556	0·5765	19·08	30·5810	30·2152	0·3658	478	

SÉRIE I—suite.

Numéro de l'échantillon-alliage	Analyse immédiate	*Dimensions du disque avant l'Exposition* Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	*Poids du disque* Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10^8	Remarques.
Exposés le 10 octobre, 1914. Enlevés le 30 août, 1915.									
H 198 (a)	Fe 99·0 % Co 1·0	2·9825	0·6615	20·172	36·2452	35·6630	0·5822	722	Rouille foncée, et plus tenace que dans H 197.
H 198 (b)		2·9629	0·6225	19·685	33·5751	33·0090	0·5661	720	
H 199 (a)	Fe 98·0 % Co 2·0	2·7545	0·6128	17·222	28·5496	28·0173	0·5323	774	Rouille foncée et tenace.
H 199 (b)		2·9315	0·5527	18·590	29·2209	28·6635	0·5574	768	Rouille très foncée et fort tenace.
H 200 (a)	Fe 97·0 % Co 3·0 %	3·0368	0·5592	19·82	31·5005	31·1169	0·3836	482	Rouille foncée et fort tenace.
H 200 (b)		3·0178	0·5533	19·55	31·0141	30·5259	0·4882	627	
H 205 (a)	Fe 99·75% Cu 0·25	2·8759	0·5433	17·90	27·5937	27·0692	0·5245	738	Rouille à peu près la même que dans H 204.
H 205 (b)		2·8853	0·5895	18·42	30·1322	29·5943	0·5379	784	
H 206 (a)	Fe 99·5 % Cu 0·50	2 9472	0·5497	18·73	29·2453	28·6776	0·5677	761	Rouille à peu près la même que dans H 204.
H 206 (b)		2·9459	0·5579	18·81	29·6137	29·0536	0·5601	748	
H 208 (a)	Fe 99·0 % Cu 1·0	2·3835	0·7078	14·23	24·3692	23·9062	0·4630	816	Rouille assez facile à enlever.
H 208 (b)		2·3772	0·6475	13·71	22·3719	21·9154	0·4565	835	
H 216 (a)	Fe 100·0%	3·6021	0·5611	26·73	44·8356	43·8024	1·0332	968	Rouille très facile à enlever. l'échantillon était tombé.
H 216 (b)		3·7567	0·6153	29·43	53·3836	52·2870	1·0966	937	
34175 (a)	S 0·027% Mn 0·027 P 0·0078 Cu 0·020 C 0·131	3·769	1·118	35·37	97·6351	96·7020	0·9331	664	Rouille très facile à enlever.
34175 (b)		3·683	1·118	34·18	93·2952	92·3370	0·9582	701	Rouille très facile à enlever.
34204 (a)	Co 0·022% S 0·022 Mn 0·036 P 0·0058 Cu 0·020 C 0·125	3·718	1·047	33·95	89·1774	87·5760	1·6014	1,180	Rouille plus tenace que dans 34175 mais moins que dans 34185.
34204 (b)		3·698	1·049	33·32	88·3738	87·9770	0·3968	292	

SÉRIE I—suite.

Numéro de l'échantillon-alliage	Analyse immédiate	Dimensions du disque avant l'Exposition: Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids du disque: Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10^6	Remarques
	Exposés le 10 octobre, 1914. Enlevés le 30 août, 1915.								
34196 (a)	Co 0·57% S 0·025 Mn 0·031 P 0·0097 Cu 0·021 C 0·156	3·723	1·101	34·32	94·0772	93·2020	0·8752	640	Rouille tenace; diffère peu de 34204.
34196 (b)		3·735	1·135	35·22	97·4638	96·5120	0·9518	678	
34185 (a)	Co 1·09 % S 0·027 Mn 0·032 P 0·008 Cu 0·025 C 0·145	3·682	1·105	34·20	92·2378	91·1260	1·1118	823	Rouille très tenace.
34185 (b)		3·712	1·091	34·22	92·5329	91·7200	0·8129	613	Rouille très tenace.
44009 (a)	Ni 0·70 % S 0·020 Mn 0·025 P 0·0065 Cu 0·27 C 0·140	3·728	1·014	33·75	86·8718	95·8190	1·0528	783	Rouille très tenace; ressemble à 34185
44009 (b)		3·739	1·063	34·50	91·4208	90·2970	1·1238	819	

Microphotographies. Nous n'avons pas pris de microphotographies des alliages de la série I ci-dessus.

Conclusions.

Essais de corrosion, série I.

(1.) Les résultats obtenus avec le groupe d'alliages, numéros 196 à 216, prouvent que dans chaque cas l'alliage formé par l'addition de cobalt, de nickel ou de cuivre, se corrode moins que le fer américain en lingots. Ces échantillons ne furent pas recuits.

(2.) Les variations dans les déterminations ne sont pas assez sensibles pour rendre moins apparente notre première conclusion, mais elles suffisent toutefois pour empêcher que nous puissions tirer de cette première série seule des conclusions basées sur la comparaison des alliages entre eux.

(3.) Les échantillons numéros 34 175 à 44 009, préparés par l'"American Rolling Mill Company", révèlent des variations tellement grandes dans les résultats, qu'il nous fut impossible de formuler des conclusions de cette seule série.

(4.) Il est à remarquer que, dans cette série, la rouille sur les échantillons de cobalt est plus tenace que sur les autres échantillons et surtout qu'elle est de couleur beaucoup plus foncée; elle est aussi beaucoup plus difficile à enlever mécaniquement que celle qui se produit sur le fer américain en lingot.

ESSAIS DE CORROSION.

SÉRIE II.

Les alliages H 195 à H 216 employés dans la série II furent les mêmes que ceux de la série I. C'est-à-dire que, après avoir fait les déterminations de la série I, les disques furent de nouveau polis, pesés et mesurés pour être exposés une seconde fois.

Dans cette seconde série, les alliages de l'"American Rolling Mill" de la première série furent de nouveau exposés, mais ici les échantillons n'étaient pas tout-à-fait les mêmes que dans le premier essai; de nouveaux échantillons furent découpés dans les feuilles et préparés de la façon décrite pour être exposés.

Le cadre qui servait de support aux échantillons fut placé sur la bâtisse Nicol de l'université Queens, Kingston, Ontario, le matin du 10 octobre, 1914, et fut enlevé le 30 août, 1915.

Les résultats de cette seconde exposition apparaissent dans le tableau ci-joint:—

Tableau des détails sur les essais de corrosion des alliages de la série II.

Numéro de l'échantillon-alliage	Analyse immédiate	*Dimensions du disque avant l'Exposition*					*Poids du disque*		Remarques.
		Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁸	
		Exposés le 10 octobre, 1914. Enlevés le 30 août, 1915.							
H 204 (a)	Fe 99·75% Ni 0·25	2·984	0·540	17·59	28·9636	28·2924	0·6712	491	Rouille difficile à enlever, sombre par endroits, et d'aspect marbré.
H 204 (b)		2·918	0·453	16·70	22·9425	22·3325	0·6100	470	
H 207 (a)	Fe 99·5 % Ni 0·5	2·980	0·487	18·49	26·1491	25·5458	0·6033	420	Rouille assez tenace.
H 207 (b)		2·621	0·481	13·66	20·0225	19·5246	0·4979	470	
H 207 (c)		2·480	0·401	12·76	14·3902	13·9915	0·3987	402	
H 195 (a)	Fe 99·0 % Ni 1·0	2·898	0·600	18·25	Avec de la cire dans les trous 30·0960 Sans la cire 30·0200	29·2932	0·7268	512	Rouille tenace; plutôt foncée après être enlevée.
H 195 (b)		2·893	0·571	18·53	29·0754	28·4344	0·6410	445	
H 196 (a)	Fe 98·0 % Ni 2·0	2·9238	0·588	19·08	30·9354	30·2866	0·6488	437	Rouille facile à enlever; pâle.
H 196 (b)		2·940	0·641	19·43	33·7160	33·0554	0·6606	437	
H 197 (a)	Fe 97·0 % Ni 3·0	2·982	0·561	19·18	30·2280	29·6297	0·5983	401	Rouille facile à enlever, pâle.
H 197 (b)		2·961	0·412	17·58	21·8434	21·2940	0·5494	402	

SÉRIE II—suite.

Numéro de l'échantillon-alliage	Analyse immédiate	Dimensions du disque avant l'Exposition: Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Poids du disque: Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁸	Remarques.
Exposés le 10 octobre, 1914. Enlevés le 30 août, 1915.									
H 202 (a)	Fe 97·75% Co 0·25	2·885	0·371	16·43	18·7266	18·2327	0·4939	386	Rouille foncée tenace et uniforme à la surface.
H 209 (a)	Fe 99·5 % Co 0·5	2·759	0·550	16·72	25·5145	24·8650	0·6495	435	Rouille mi-foncée.
H 209 (b)		2·938	0·534	18·51	27·7878	27·1625	0·6253	500	
H 198 (a)	Fe 99·0 % Co 1·0	2·965	0·616	19·59	33·0186	32·2596	0·7590	498	Rouille foncée, assez difficile à enlever.
H 198 (b)		2·940	0·590	19·03	30·5180	29·8162	0·7018	475	
H 190 (a)	Fe 98·0% Co 2·0	2·730	0·584	16·74	26·4266	25·7902	0·6364	489	Mi-foncée.
H 199 (b)		2·911	0·522	18·09	26·8364	26·1593	0·6771	482	
H 200 (a)	Fe 97·0 % Co 3·0	3·022	0·535	19·45	28·4286	27·8894	0·5392	356	Rouille facile à enlever, au-dessous métal foncé.
H 200 (b)		3·002	0·528	19·08	28·8106	28·2609	0·5497	371	
H 205 (a)	Fe 99·75% Cu 0·25	2·853	0·516	17·38	25·1354	24·5636	0·5718	414	Rouille dure par endroits, au-dessous métal sombre.
H 205 (b)		2·865	0·557	17·93	27·4168	26·8236	0·5932	415	
H 206 (a)	Fe 99·5 % Cu 0·5	2 918	0·515	18·07	26·6298	26·0090	0·6208	443	Rouille pâle sur un métal picoté.
H 206 (b)		2·918	0·520	18·12	26·8750	26·2528	0·6222	442	
H 208 (a)	Fe 99·0 % Cu 1·0	2·353	0·673	13·65	21·3946	21·9834	0·4112	387	Rouille de teneur très uniforme et difficile à enlever.
H 208 (b)		2·350	0·616	13·20	20·4918	20·0884	0·4034	392	
H 216 (a)	Fe 100·0%	3·578	0·522	25·97	40·7980	39·5724	1·2256	608	Rouille facile à enlever.
H 216 (b)		3·732	0·584	28·66	49·7338	48·1793	1·5545	698	
34175 (a)	S 0·027% Mn 0·027 P 0·0078 Cu 0·020 C 0·131	2·897	0·769	20·12	36·7010	35·7888	0·9122	583	Rouille pâle et assez facile à enlever.
34175 (b)		2·561	0·768	16·42	30·5996	29·8434	0·7562	592	Rouille pâle et assez facile à enlever.
34175 (c)		2·293	0·770	13·70	24·5528	23·9235	0·6293	591	

SÉRIE II—suite.

Numéro de l'échantillon-alliage	Analyse immédiate	*Dimensions du disque avant l'Exposition*			*Poids du disque*				
		Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁶	Remarques.
Exposés le 10 octobre, 1914. Enlevés le 30 août, 1915.									
34175 (d)		2·050	0·766	11·47	19·3758	18 8358	0·5400	605	
34204 (a)	Co 0·22% S 0·022 Mn 0·036 P 0·0058 Cu 0·020 C 0·125	3·952	0·767	34·00	73·1770	71·6781	1·4989	567	Rouille pâle et assez facile à enlever.
34204 (b)		3·700	0·773	30 31	64·5962	63 1962	1·4000	594	
34204 (c)		3·430	0·768	26·73	55·1002	53·9060	1·1942	604	
34204 (d)		3·180	0·766	23·02	47 2278	46·1447	1·0831	562	
34196 (a)	Co 0·57% S 0·025 Mn 0·031 P 0·0097 Cu 0·021 C 0·156	2·930	0·769	20·50	40·2700	39 3239	0·9461	593	Rouille pâle et assez facile à enlever.
34196 (b)		2·672	0·766	17·56	33·1640	32·3249	0·8391	613	
34196 (c)		2·438	0·766	15·15	27·7012	26·9839	0 7173	609	
34196 (d)		2·171	0·763	12·53	21·7768	21·2004	0 5764	592	
34183 (a)	Co 1·09% S 0·027 Mn 0·032 P 0·008 Cu 0·025 C 0·145	3·810	0·773	32·03	68 4924	67·1646	1·3278	534	Rouille pâle et assez facile à enlever.
34185 (b)		3·553	0·774	28·48	59·6462	58 4286	1·2176	551	Rouille pâle et assez facile à enlever.
34185 (c)		3·318	0·770	25 22	51·6070	50 5487	1·0583	539	
34185 (d)		3·068	0·769	22·14	44·1810	43·2005	0·9805	570	
44009 (a)	Ni 0·700% S 0·020 Mn 0·025 P 0·0065 Cu 0·270 C 0·140	3·313	1·025	17·44	69·1338	68·0767	1·0574	779	Rouille pâle et assez facile à enlever.
44009 (b)		3·065	1·027	14·95	58·9434	58·0252	0·9182	788	
44009 (c)		2·812	1·032	12·64	49·8336	48·9872z	0·8464	860	
44009 (d)		2·560	1·026	10·47	41·0203	40·3029	0·7179	883	

Microphotographies. Nous n'avons pas pris de microphotographies de la série II.

Conclusions.

Essais de la corrosion, série II.

(1.) On voit par les résultats obtenus avec ce groupe d'alliages, qui va de 196 à 216, que dans chaque cas l'alliage formé par l'addition de cobalt, de nickel ou de cuivre s'altère moins à l'air que le fer américain en lingot. Ces échantillons ne furent pas recuits.

(2.) La conclusion première de la série II s'accorde avec la conclusion correspondante de la série I. Si l'on considère les valeurs absolues de la corrosion, c'est-à-dire, la perte de poids en grammes par centimètre carré de surface initiale par heure, on constate qu'elle est uniformément plus élevée dans la série I que dans la série II—approximativement dans la proportion de deux à trois. Ceci peut s'expliquer, jusqu'à un certain point, du fait que l'exposition de la série I se fit principalement en été, tandis que l'exposition de la série II eut lieu en été et en hiver. Cependant, ceci provient surtout de ce que l'exposition de la série II fut presque double de celle de la série I. Lorsque la corrosion a duré un certain temps, surtout dans les alliages moins corrosifs, il se forme à la surface une rouille dure, tenace, de couleur sombre, qui tend à arrêter les progrès de la corrosion de l'alliage.

(3.) Les variations dans les déterminations ne sont pas assez grandes pour rendre moins apparentes les conclusions 1 et 2, mais elles suffisent cependant pour empêcher d'établir des comparaisons entre les divers alliages, avant d'avoir vérifié davantage les déterminations pour établir leurs relations.

(4.) Les échantillons, numéros 34 175 à 44 009, préparés par l'"American Rolling Mill Company"—pour ne prendre que cette série—ne semblent pas justifier les conclusions des séries préparées dans notre laboratoire. De ces échantillons seuls, il semblerait que l'addition de petites quantités de cobalt, jusqu'à un pour cent, affecte très peu la corrosion, et que l'addition de nickel jusqu'à 0·7% environ est nuisible.

(5.) Dans toute cette série, avec les échantillons préparés dans le laboratoire, on a remarqué que l'addition de cobalt, de nickel et de cuivre, contribue à rendre la rouille plus tenace, de couleur plus foncée, plus uniforme, et beaucoup plus difficile à enlever mécaniquement que dans le fer américain pur en lingot. Ceci est surtout visible dans les échantillons du cobalt. Les alliages de cette série, préparés par l'"American Rolling Mill Company" diffèrent des nôtres; c'est-à-dire, que les échantillons recuits diffèrent des non recuits en ce sens que dans les échantillons recuits la rouille est plus pâle et beaucoup plus facile à enlever que dans les échantillons non recuits.

(6.) De cette série seule, nous serions portés à croire que la recuite des alliages a pour effet de favoriser la corrosion.

SÉRIE III.

Les échantillons des séries I et II n'ont subi aucun traitement à chaud après le moulage. Afin de pousser plus loin nos recherches, nous avons préparé la série III, qui comprend les alliages dont nous donnons ci-joint la liste et le mode de préparation.

PRÉPARATION DES ALLIAGES.

Traitement au four.

De cette série d'alliages, quelques-uns furent préalablement chauffés au fourneau à l'huile Monarch, d'autres furent mis directement dans le fourneau Hoskins chauffé. Nous donnons ici les détails de la préparation des alliages par l'une ou l'autre méthode. Tous les échantillons de cette série furent préparés d'après l'une ou l'autre méthode indiquée. Nous noterons pour chaque charge toute variation quelconque dans le procédé.

DONNÉES DES ESSAIS DE CORROSION.

Alliage B 202 — 23 octobre, 1914.

Composition........Co — 0·25%; C — 0·18%; Fe — 99·5%.
Charge............Fer américain en lingot........1132 grammes.
Cobalt........................2·85 "
Fourneau..........Four à résistance Hoskins, type F. F. n° 105.
Creuset............N° 3 graphite, brasqué de magnésite.
Fusion............30 minutes à 1570° C.
Température maxima de la fusion, 1570° C.
Température du coulage, 1570° C.
Dégazéificateur.....Aluminium en poudre, 0·2 grammes.
Poids de la fonte....1 livre, 4 onces.
Traitement à chaud, recuit en chauffant dans un four à gaz à moufle pendant deux heures et refroidi lentement dans le four.
Microphotographie..(Voir planche III, page 30.)

Alliage B 199 — 11 novembre, 1914.

Composition........Co — 2·0%; C — 0·16%; Fe — 97·8%.
Charge............S 262..........................603 grammes.
Cobalt..........................6·15 "
Fusion............30 minutes à 1640° C.
Température maxima de la fusion 1700° C.
Température du coulage 1640° C.
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud comme dans B 202, sauf ce qui précède.
Poids de la fonte....1 livre.
Microphotographie..(Voir planche IV, p. 30).

Alliage S 250 — 2 novembre, 1914.

Composition........Co — 0·25%; C — 0·083%; Fe — 99·6%.
Charge............Lingot de fer américain.......778 grammes.
Cobalt........................1·95 "
Four..............Four à résistance Hoskins, type F. C. n° 105.
Fourneau à l'huile Monarch.
Creuset............N° 3 graphite, brasqué de magnésite.

SÉRIE III—suite.

Chauffe préalable....20 minutes dans le four à l'huile.
Fusion............30 minutes à 1560° C.
Température maxima de la fusion, 1640° C.
Température du coulage..1500° C.
Dégazéificateur......Aluminium en poudre, 0·2 grammes.
Poids de la fonte....1 livre, 3 onces.
Traitement à chaud..Recuit en chauffant dans un four à gaz à moufle à 870°C. pendant deux heures et refroidi lentement avec le four.
Microphotographie..(Voir planche V, p. 30).

10 novembre, 1914.

Alliage S 262

Composition........Co – 1·0%; C – 0·62%; Fe – 98·3%.
Charge............S 260........................456 grammes.
S 255........................226 „
B 200........................130 „
Cobalt pur..................0·49 „
Chauffe préalable....30 minutes dans le four à l'huile.
Fusion............30 minutes à 1640° C.
Température maxima de la fusion, 1700° C.
Température du coulage, 1640° C.
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaud, comme dans S 250, sauf ce qui précède.
Poids de la fonte....1 livre, 5 onces.
Microphotographie..(Voir planche VI, p. 30).

9 novembre, 1914.

Alliage S 255

Composition........Co – 0·35%; C – 0·21%, Fe – 99·4%.
Charge............S 252........................375·5 grammes.
Lingot de fer américain........ 594 „
Cobalt...................... 1·53 „
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaud, comme dans S 262.
Microphotographie..(Voir planche VII, p. 30).
Note.—Cet alliage fut moulé quatre fois avant d'obtenir un échantillon convenable.

9 décembre, 1914.

Alliage S 265

Composition........Co – 0·35%; C – 0·30%; Fe –99·3%.
Charge............Alliage 32 404................467 grammes.
Cobalt......................0·16 „
Creuset, traitement au four, dégazéification, poids de la fonte, et traitement à chaud comme dans B_2 199, excepté que la fusion dura une heure.

26 octobre, 1914.

Alliage B 209

Composition........Co – 0·50%; C – 0·27%; Fe – 99·2%.
Charge............B 202........................637 grammes.
Cobalt......................1·54 „
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B 202.
Poids de la fonte....1 livre.
Microphotographie..(Voir planche VIII. p. 30).

SÉRIE III—suite.

Alliage S 262 — 2 novembre, 1914.

Composition........Co — 0·50%; C — 0·31%; Fe — 99·1%.
Charge.............S 250.........................650 grammes.
Cobalt.........................1·55 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans S 250.
Poids de la fonte....1 livre, 2 onces.
Microphotographie..(Voir planche IX, p. 30).

Alliage S 260 — 9 novembre, 1914.

Composition........Co — 0·75%; C — 0·17%; Fe — 99·1%.
Charge.............Lingot de fer américain.......576 grammes.
B 200.........................192 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaud, comme dans S 262
Poids de la fonte....1 livre, 5 onces.
Microphotographie..(Voir planche X, 30).

Alliage S 266 — 9 décembre, 1914.

Composition........Co — 0·75%; C — 0·21%; Fe — 99·0%.
Charge.............Alliage 34 204................467 grammes.
Cobalt.........................2·35 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaud comme dans B_2 199, excepté que la fusion dura 2 heures.
Poids de la fonte....1 livre.
NOTE.—Cet alliage fut moulé deux fois avant d'obtenir un échantillon convenable.

Alliage B 198 — 27 octobre, 1914.

Composition........Co — 1·0%; C — 0·38%; Fe — 98·6%.
Charge.............B 202.
B 209.........................326 grammes.
Cobalt.........................460 "
.........................4·80 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaud, comme dans B 202.
Poids de la fonte....1 livre, 8 onces.
Microphotographie..(Voir planche XI, p. 30).

Alliage B_2 200 — 13 novembre, 1914.

Composition........Co — 3·0%; C — 0·17%; Fe — 96·8%.
Charge.............B 199.........................340 grammes.
Lingot de fer américain.......262 "
Cobalt.........................11·63 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaud, comme dans B_2 199.
Poids de la fonte....1 livre, 2 onces.
NOTE.—Cet alliage fut moulé deux fois avant d'obtenir un échantillon convenable.
Microphotographie..(Voir planche XII, p. 30).

SÉRIE III—*suite*.

29 novembre, 1914.

Alliage B 200

Composition........Co — 3·0%; C — 0·36%; Fe — 96·6 %.
Charge............B 199........................482 grammes.
Cobalt........................1·49 „

Creuset, traitement au four, dégazéification, traitement à chaud, comme dans B 202, excepté que la température maxima fut 1680° C.

Poids de la fonte....1 livre.

25 novembre, 1914.

Alliage C 202

Composition........Co — 0·25%; C — 0·49%; Fe — 99·2%.
Charge............B 30........................255 grammes.
Lingots de fer américain........255 „
Cobalt........................1·28 „

Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199, sauf que l'infusion dura 50 minutes.

Poids de la fonte....1 livre.
Microphotographie..(Voir planche XIII, p. 30.)

26 novembre, 1914.

Alliage C 255

Composition........Co — 0·35%; C — 0·49%; Fe — 99·2%.
Charges............C 202........................305 grammes.
B 30........................85 „
Alliage 32 404................85 „
Cobalt........................0·69 „

Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaux, comme dans B_2 199, sauf que la fusion dura une heure.

Poids de la fonte....15 onces.
Microphotographie—(Voir planche XIV, p. 30).

28 octobre, 1914.

Alliage B 199

Composition........Co — 2·0%; C — 0·46%; Fe — 97·5%.
Charge B 198..............................65 grammes.
Cobalt........................0·65 „

Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B 202.

Poids de la fonte....1 livre, 5 onces.
Microphotographie—(Voir planche XV, p. 30.)

23 octobre, 1914.

Alliage B 204

Composition........Ni — 0·25%; C — 0·10%; Fe — 99·6%.
Charge............Lingot de fer américain 1132 grammes.
Nickel pur..................2·85 „

Creuset, traitement au four, dégazéification, traitement à chaud, comme dans B 202.

Poids de la fonte....1 livre, 4 onces.

SÉRIE III—suite.

Alliage S 2? 2 novembre, 1914

Composition........Ni – 0·25%; C – 0·057%; Fe – 99·6%.
Charge............Lingot de fer américain.......743 grammes.
Nickel.......................1·86 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaud comme dans S 250.
Poids de la fonte....1 livre, 4 onces.
Microphotographie..(Voir planche XVI, p. 30).

Alliage S 254

Composition........Ni – 0·35%; C – 0·045%; Fe – 99·6%.
Charge............Lingot de fer américain.......913 grammes.
Nickel.......................3·19 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud comme dans S 262, excepté que la température maxima fut 1640° C
Poids de la fonte....1 livre.
NOTE:—Ce barreau fut moulé sept fois avant d'obtenir un moulage parfait.
Microphotographie..(Voir planche XVII, p. 30.)

Alliage S 257 6 novembre, 1914.

Composition........Ni – 0·35%; C – 0·060%; Fe – 99·6%.
Charge............S 254.......................226 grammes.
Lingot de fer américain.......495 "
Nickel.......................1·72 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans S 250.
Poids de la fonte....1 livre, 3 onces.
NOTE.—Cet alliage fut moulé deux fois avant de donner un échantillon convenable.

Alliage S 258 6 novembre, 1914.

Composition........Ni – 0·50%; C – 0·072%; Fe – 99·4%.
Charge............Lingot de fer américain........935 grammes.
Nickel.......................4·67 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans S 262.
Poids de la fonte....1 livre, 5 onces.
NOTE.—Cet alliage fut moulé trois fois avant l'obtenir un échantillon convenable.
Microphotographie—(Voir planche XVIII, p. 30.)

Alliage S 259 9 novembre, 1914.

Composition........Ni – 0·75%; C – 0·067%; Fe – 99·2%.
Charge............S 258.........................637 grammes.
Nickel.......................1·60 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans S 262.
Poids de la fonte....1 livre, 5 onces.
Microphotographie..(Voir planche XIX, p. 30.)

SÉRIE III—suite.

19 novembre, 1914.

Alliage B_2 195

Composition........Ni — 1·0%; C — 0·089%; Fe — 98·9%.
Charge............S 261........................177 grammes.
Nickel........................160 „
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, et traitement à chaud, comme dans B_2 199.
Poids de la fonte....1 livre.
Microphotographie..(Voir planche XX, p. 30).

10 novembre, 1914.

Alliage S 263

Composition........Ni — 1·0%; C — 0·065%; Fe — 98·9%.
Charge............S 261........................637 grammes.
Nickel........................6·50 „
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199, excepté que la fusion dura 45 minutes.
NOTE.—Cet alliage fut coulé deux fois avant d'obtenir un échantillon convenable.
Microphotographie..(Voir planche XXI, p. 30.)

11 décembre, 1914.

Alliage S 269

Composition........Ni — 2·0%; C — 0·085%; Fe — 97·9%.
Charge............Lingot de fer américain........566 grammes.
Nickel........................11·58 „
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199, excepté que la fusion dura une heure à 1700° C.
Poids de la fonte....1 livre, 2 onces.
Microphotographie..(Voir planche XXII, p. 30).

10 décembre, 1914.

Alliage S 267

Composition...... .Ni — 0·25%; C — 0·23%; Fe — 99·5%.
Charge............C 204........................326 grammes.
Lingot de fer américain........435 „
Nickel........................1·09 „
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199, excepté que la fusion dura une heure à 1700° C.
Poids de la fonte....1 livre, 8 onces.

10 décembre, 1914.

Alliage S 268

Composition........Ni — 0·50%; C — 0·21%; Fe — 99·2%.
Charge............B 30........................127 grammes.
Lingot de fer américain........467 „
Nickel........................2·99 „
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199, excepté que la fusion dura une heure.
Poids de la fonte....1 livre, 6 onces.

SÉRIE III—suite.

24 octobre, 1914

Alliage B 195

Composition........Ni — 1·0%; C — 0·24%; Fe — 98·8%.
Charge............B 207........................800 grammes.
Nickel....................4·04 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud comme dans B 202
Poids de la fonte....1 livre, 4 onces.
Microphotographie..(Voir planche XXIII, p. 30).

27 octobre, 1914

Alliage B 196

Composition........Ni — 2·0%; C — 0·23%; Fe — 97·8%.
Charge............B 195........................680 grammes.
Nickel....................6·95 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud comme dans B 202, excepté que la température maxima fut 1640° C
Poids de la fonte....1 livre, 6 onces.
Microphotographie..(Voir planche XXIV, p. 30).

12 novembre, 1914

Alliage B^2 197

Composition........Ni — 3·0%; C — 0·13%; Fe — 96·8%.
Charge............S 263........................184 grammes.
B 197........................368 "
Nickel....................1·90 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud comme dans B_2 199.
Poids de la fonte....8 onces.
Microphotographie..(Voir planche XXV, p. 30).

28 octobre, 1914

Alliage B 197

Composition........Ni — 3·0%; C — 0·21%; Fe — 96·7%.
Charge............B 196........................517 grammes.
Nickel....................5·33 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B 202.
Poids de la fonte....1 livre, 1 once.
Microphotographie..(Voir planche XXVI, p. 30).

25 novembre, 1914.

Alliage C 204

Composition........Ni — 0·25%; C — 0·43%; Fe — 99·3%.
Charge............B 30........................269·5 grammes.
Lingot de fer américain........269·5 "
Nickel....................1·35 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B 250, excepté que la fusion dura une heure à 1560° C.
Poids de la fonte....1 livre, 2 onces.
Microphotographie..(Voir planche XXVII, p. 30).

SÉRIE III—suite.

16 novembre, 1914.

Alliage B 205

Composition........Cu — 0·25%; C — 0·045%; Fe — 99·7%.
Charge.............Lingot de fer américain........1·062 grammes.
Cuivre........................2·66 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199.
Poids de la fonte....2 livres.
NOTE.—Dans cet alliage de cuivre et les suivants, on fondait d'abord le fer, puis on laissait tomber le cuivre dans le fer en fusion par une petite ouverture dans le couvercle du four, et au moyen d'un tube en silice infusible.
Microphotographie..(Voir planche XXVIII, p. 30).

28 octobre, 1914.

Alliage B 205

Composition........Cu — 0·25%; C — 0·19%; Fe — 99·6%.
Charge.............Lingot de fer américain........793 grammes
Cuivre........................0·25 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B 202.
Poids de la fonte....1 livre, 5 onces.

19 novembre, 1914.

Alliage B 206

Composition........Cu — 0·50%; C — 0·17%; Fe — 99·3%.
Charge.............B 205........................552 grammes.
Cuivre........................1·39 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199.
Poids de la fonte....1 livre, 2 onces.
Microphotographie..(Voir planche XXIX, p. 30).

30 octobre, 1914.

Alliage B 206

Composition........Cu — 0·50%; C — 0·19%; Fe — 99·3%.
Charge.............B 205........................488 grammes.
Cuivre........................1·23 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199, excepté que la température maxima fut 1640° C.
Poids de la fonte....1 livre.
Microphotographie..(Voir planche XXX, p. 30).

24 novembre, 1914.

Alliage B 208

Composition........Cu — 0·7[illegible], C — 0·18%; Fe — 99·0%.
Charge.............B 206........................318 grammes.
Lingot de fer américain........279 grammes.
Cuivre........................4·40 "
Creuset, traitement au four, dégazéificateur, traitement à chaud, comme dans B_2 199.
Poids de la fonte....1 livre, 2 onces.
NOTE.—Cet alliage fut moulé quatre fois avant d'obtenir un échantillon convenable.
Microphotographie..(Voir planche XXXI, p. 30).

SÉRIE III—suite

Des échantillons de ces alliages furent préparés de la façon décrite précédemment, et furent exposés sur le toit de la bâtisse Nicol, Université Queens, Kingston, Ontario. Cette série fut installée de la même manière que la série II, et la durée de l'exposition fut de 253 jours et trois heures, à partir du 22 décembre, 1914, à 1.15 heures p.m—et du 23 décembre, 1914, à 4.30 heures p.m., jusqu'au 1er septembre 1915, à 4.15 heures p.m.—et au 2 septembre, 1915, à 7.30 heures p.m.—Total: 6075 heures.

À part les échantillons préparés de la manière indiquée ci-dessus, un autre groupe d échantillons fut préparé avec les alliages de l'"American, Rolling Mill Company", et reçut le même traitement à chaud.

Après les avoir exposés, on reprit les échantillons, on les débarrassa de leur rouille, et on obtint les déterminations finales comprises dans le tableau ci-joint:—

Tableau des détails sur les essais de corrosion des alliages de la série III.

	Dimensions du disque avant l'Exposition						*Poids du disque*		
Numéro de l'échantillon-alliage	Analyse immédiate	Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁸	Remarques.
S 250 (e) (Gravure)[1]	Fe 99·6 % Co 0·25 C 0·083	2·898	0·303	16·78	15·4919	14·9704	0·5215	512	Rouille pâle et assez difficile à enlever.
B 202 (a)	Fe 99·5 % Co 0·25 C 0·18	2·787	0·473	16·25	22·2445	21·6166	0·6279	635	Rouille plutôt pâle et facile à enlever.
B 202 (b)		2·755	0·741	18·17	33·5618	32·8955	0·6663	604	
C 202 (a)	Fe 99·2 % Co 0·25 C 0·49	2·690	[illegible]	14·83	18·1622	17·7127	0·4495	499	Rouille plutôt sombre et très tenace.
C 202 (b)		2·480	0·430	12·97	16·0172	15·6251	0·3921	498	
C 202 (e) (Gravure)		2·181	0·709	12·24	20·1774	19·8185	0·3589	484	
S 255 (a)	Fe 99·4 % Co 0·35 C 0·21	2·022	0·363	17·72	17·4452	16·9153	0·5299	493	Rouille pâle et assez difficile à enlever.
S 255 (b)		2·988	0·368	17·42	17·8454	17·3428	0·5026	475	
S 255 (c)		2·781	0·320	14·90	14·7667	14·2769	0·4898	542	
S 255 (e)		2·940	0·463	17·80	24·0373	23·4600	0·5773	534	
S 265 (a)	Fe 99·3 % Co 0·35 C 0·30	2·918	0·640	19·11	32·6708	31·9054	0·7654	659	Rouille facile à à enlever.
S 265 (b)		2·920	0·688	19·62	35·2712	34·5052	0·7660	643	
S 265 (c)		2·920	0·660	19·55	33·7064	32·9352	0·7712	649	
S 265 (d)		2·747	0·710	17·92	30·7998	30·1233	0·6765	622	

[1]Gravure pour microphotographie. Voir p. 30.

SÉRIE III—suite.

Numéro de l'échantillon alliage	Analyse immédiate	*Dimensions du disque avant l'Exposition* — Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	*Poids du disque* — Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁸	Remarques.
C 255 (a)	Fe 99·2 % Co 0·35 C 0·49	2·655	0·526	15·40	21·8920	21·3656	0·5264	562	Rouille difficile à enlever.
C 255 (b)		2 478	0·309	11·98	11·2287	10·8213	0·4074	560	
C 255 (e)		2·247	0·656	12·52	19·6978	19·2884	0·4094	585	
B 209 (a)	Fe 99·2 % Co 0·50 C 0·27	2·873	0·550	17·75	27·1690	26·5160	0·6530	60[illegible]	Rouille tenace.
B 209 (b)		2·620	0·652	11·50	26·9648	26·3616	0·6032	863	
B 209 (c)		2·810	0·425	11·42	19·8818	19·2750	0·6068	875	
S 252 (a)	Fe 99·1 % Co 0·50 C 0·31	2·747	0·500	16·11	22·7015	22·2329	0·4686	479	Rouille mi-foncée et tenace.
S 252 (b)		2·692	0·440	15·07	19·2264	18·7810	0·4454	487	
S 252 (e) (Gravure)		2·764	0·406	15·66	18·7750	18·3060	0·4690	493	
S 260 (a)	Fe 99·1 % Co 0·75 C 0·17	2·881	0·510	17·59	25·7013	25·1668	0·5345	500	Rouille foncée et fort difficile à enlever.
S 260 (b)		2·628	0·606	15·79	25·4463	24·9641	0·4822	502	
S 260 (c)		2·854	0·564	18·51	27·7345	27·2048	0·5297	472	
S 260 (d)		2·680	0·448	14·86	19·5841	19·1080	0·4761	527	
S 260 (f)		2·582	0·553	14·92	22·0557	21·5971	0·4586	507	
S 260 (g)		2·806	0·337	16·12	16·0904	15·6085	0·4819	492	
S 266 (a)	Fe 99·0 % Co 0·75 C 0·21	1·863	0·567	8·20	11·5887	11·3125	0·2762	555	Rouille très foncée et difficile à enlever.
S 266 (b)		2·705	0·580	16·35	25·4683	24·9446	0·4837	488	
S 266 (c)		2·733	0·542	16·24	24·1817	23·6588	0·5229	530	
S 266 (d)		2·720	0·564	16·35	25·1076	24·5862	0·5214	525	
B 198 (a)	Fe 98·6 % Co 1·0 C 0·38	2·757	0·692	16·20	31·7021	31·0974	0·6047	615	Rouille difficile à enlever.
B 198 (b)		2·712	0·467	15·45	20·4550	19·9428	0·5122	545	
B 198 (e)		2·703	0·547	16·04	23·9154	23·3908	0·5246	539	
S 262 (a)	Fe 98·3 % Co 1·0 C 0·62	2·632	0·370	13·88	15·4269	15·0367	0·3902	463	Rouille foncée et difficile à enlever.

SÉRIE III—suite.

Numéro de l'échantillon alliage	Analyse immédiate	*Dimensions du disque avant l'Exposition* Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	*Poids du disque* Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10^8	Remarques.
S 262 (e)		2·865	0·403	15·11	20·8344	20·3625	0·4718	514	
B_2 199 (b)	Fe 97·8 % Co 2·0 C 0·16	2·597	0·930	16·44	45·6640	44·9795	0·845	686	Rouille à gro grains facile enlever.
B_2 199		2·780	0·672	17·94	29·9907	29·4516	0·5391	495	
B 199 (a)	Fe 97·5 % Co 2·0 C 0·46	2·857	0·662	16·56	32·6886	32·0257	0·6629	659	Rouille est diffi cile à enlever
B 199 (b)		2·655	0·668	16·55	28·3872	27·8941	0·4931	491	
B 199 (e) (Gravure)		2·780	0·635	17·60	29·6310	29·1169	0·5141	482	
B 199 (c)		1·473	0·786	8·29	10·1161	9·8990	0·2171	433	
B_2 200 (a)	Fe 96·8 % Co 3·0 C 0·17	2·900	0·373	16·57	18·9260	18·4505	0·4755	473	Rouille mi-foncée, et à grains plutôt gros.
B_2 200 (b)		2·880	0·530	17·77	24·0182	23·5044	0·5138	476	
B_2 200 (e) (Gravure)		2·882	0·513	17·86	25·7456	25·2590	0·4866	448	
B 200 (a)	Fe 96·6 % Co 3·0 C 0·36	2·354	0·764	14·27	25·6795	25·3117	0·3678	425	Rouille foncée et difficile à enlever.
B 200 (b)		1·857	0·624	8·97	12·8862	12·6576	0·2286	420	
B 200 (e)		2·386	0·564	13·10	19·1863	18·9033	0·2830	446	Exposé pendant 4839 heures.
S 251 (a)	Fe 99·6 % Ni 0·25 C 0·057	2·905	0·734	19·92	37·8434	37·1360	0·7074	585	Rouille très facile à enlever.
S 251 (b)		2·772	0·587	17·14	27·4977	26·8967	0·6010	578	
S 251 (e)		2·893	0·782	20·15	39·7612	39·0367	0·7245	592	
B 204 (a)	Fe 99·6 % Ni 0·25 C 0·10	2·830	0·611	17·94	29·3386	28·7089	0·6297	578	Rouille à gros grains; facile à enlever.
B 204 (b)		2·568	0·552	15·10	21·8389	21·3033	0·5356	585	
S 267 (a)	Fe 99·5 % Ni 0·25 C 0·23	2·730	0·464	15·54	20·7134	20·1127	0·6007	637	Rouille foncée et difficile à enlever.
S 267 (b)		2·750	0·329	14·67	14·9593	14·4270	0·5325	598	
S 267 (c)		2·740	0·575	16·64	25·8113	25·2424	0·5689	563	
S 267 (d)		2·762	0·510	16·34	23·1425	22·5593	0·5832	588	Rouille foncée et difficile à enlever.

SÉRIE III—suite.

Numéro de l'échantillon-alliage	*Dimensions du disque avant l'Exposition*						*Poids du disque*		Remarques
	Analyse immédiate	Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁸	
C 204 (a)	Fe 99·3 % Ni 0·25 C 0·43	2·763	0·446	15·82	18·0503	17·5485	0 5018	522	Rouille assez facile à détacher et pâle.
C 204 (b)		2·770	0·653	18·00	29·8952	29·3469	0·5483	502	
C 204 (c)		2·850	0·667	18·6[illegible]	32·3107	31·7437	0·5670	502	
S 254 (c)	Fe 99·6 % Ni 0 35 C 0 045	2·832	0·493	16·96	23·8922	23·3215	0·5707	555	Rouille à gros grains à la surface, mais à grains fins audessous.
S 254 (b)		2·797	0·662	16·37	30·9796	30 3607	0 6189	623	
S 254 (e)		2·820	0·633	16·39	30·1311	29·5109	0 6202	623	
S 257 (a)	Fe 99·6 % Ni 0·35 C 0·060	2·818	0·390	15·88	18·6770	18·1632	0 5138	533	Rouille légèrement foncée et fort tenace.
S 257 (b)		2·820	0·421	16·18	20·1592	19 6374	0·5218	531	
S 258 (a)	Fe 99·4 % Ni 0·50 C 0·072	2·905	0·362	16·50	18·5816	18·0294	0 4522	451	Rouille très foncée et très difficile à enlever.
S 258 (e)		2·885	0·543	17·92	27·2468	26·7670	0·4798	442	
S 268 (a)	Fe 99·2 % Ni 0·50 C 0·21	2·479	0·579	14·04	21·4394	21 0221	0 4173	489	Rouille légèrement foncée et à grains fins.
S 268 (b)		2·119	0·555	10·64	14·8062	14·4988	0·3074	476	
S 268 (e)		2·780	0·570	17·09	26·5809	26·1139	0·4670	557	Exposé pendant 4896 heures.
S 259 (a)	Fe 99·2 % Ni 6·75 C 0·067	2·905	0·532	18·02	27·2486	26·6656	0·5830	533	Rouille assez facile à détacher et pâle.
S 259 (b)		2·865	0·425	16·63	21·0132	20·4614	0·5518	547	
S 259 (c)		2·949	0·344	16·81	18·0560	17·4776	0·5784	565	
S 259 (d)		2·780	0·464	16·13	21·6476	21·1233	0·5243	533	
S 259 (e) (Gravure)		2·901	0·596	18·56	30·4007	29·8090	0·5917	525	
S 263 (e)	Fe 98·9 % Ni 1·0 C 0·065	2·939	0·337	16·56	17·5516	17·0942	0·4574	455	Rouille foncée et très dure à enlever.
Br 195 (a)	Fe 98·9 % Ni 1·0 C 0·098	2·875	0·339	16·16	16·9031	16·4033	0·4998	509	Rouille foncée et dure à enlever.
Br 195 (b)		2·802	0·637	17·67	30 3503	29·8193	0·5310	495	
Br 195 (e)		2·882	0·512	17·65	25·6145	25·0789	0·5356	500	

SÉRIE III—suite.

Numéro de l'échantillon-alliage	Analyse immédiate	Dimensions du disque avant l'Exposition: Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Poids du disque: Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁸	Remar[ques]
B 195 (b)	Fe 98·8 % Ni 1·0 C 0·24	2·710	0·449	14·84	19·9142	19·4903	0·4239	470	Rouille t[rès fon]cée et di[fficile à] enlever.
3 195 (e)		2·820	0·585	17·57	28·2365	27·7448	0·4917	462	
S 269 (a)	Fe 97·9 % Ni 2·0 C 0·085	2·920	0·345	16·51	17·6610	17·1717	0·4893	488	Rouille fo[ncée à] gros gra[ins,] difficile [à en]lever.
S 269 (b)	•	2·880	0·574	18·12	27·4780	26·9605	0·5175	470	
S 269 (e)		2·924	0·583	18·72	29·1942	28·7006	0·4936	538	Exposé pe[ndant] 4896 heu[res.]
B 196 (a)	Fe 97·8 % Ni 2·0 C 0·23	2·865	0·638	18·57	31·7648	31·2547	0·5101	452	Rouille f[oncée] à grains f[ins,] fort tenac[e.]
B 196 (b)		2·810	0·720	18·69	34·5114	34·0049	0·5065	447	
B 196 (e)		2·696	0·645	16·30	28·2857	27·8783	0 4074	495	
B$_2$ 197 (a)	Fe 96·8 % Ni 3·0 C 0·13	2·938	0·361	16·78	18·3651	17·9187	0·4374	429	Rouille trè[s fon]cée, à g[ros grains] et fort te[nace.]
B$_2$ 197 (b)		2·952	0·232	15·77	12·1361	11·7085	0·4276	446	
B$_2$ 197 (c)		2·818	0·224	14·39	10·6776	10·2948	0·3830	438	
B 197 (a)	Fe 96·7 % Ni 3·0 C 0·21	2·733	0·621	16·94	28·0926	27·6833	0·4093	398	Rouille très [fon]cée.
B 197 (b)		2·740	0·436	15·45	19·4972	19·1351	0·3621	386	
B 197 (e)		2·679	0·568	15·93	24·5124	24·1458	0·3666	379	
B$_2$ 205 (a)	Fe 99·7 % Cu 0·25 C 0·045	2·520	0·497	13·94	17·0521	16·4935	0·5586	663	Rouile trés lé[gère] et pâle.
B$_2$ 205 (b)		2·768	0·464	16·02	21·2016	20·5370	0·6646	683	
B$_2$ 205 (c)		2·757	0·283	14·33	12 9512	12·3301	0·6211	712	
B$_2$ 205 (d)		2·790	0·584	17·22	27·5268	26·7933	0·7335	701	
B 205 (a)	Fe 99·6 % Cu 0·25 C 0·19	2·790	0·653	17·85	30·6414	30·1192	0·5222	482	Rouille as[sez] foncée et [te]nace.
B 205 (b)		2·800	0·663	18·10	31·2587	30·7331	0·5256	478	
B 205 (e)		2·783	0·565	17·05	26·4556	26·0039	0·4517	541	Exposé penda[nt] 4896 heures.
B$_2$ 206 (a)	Fe 99·3 % Cu 0·50 C 0·017	2·777	0·556	16·85	25·8509	25·4009	0·4500	440	Rouille pâle [et] difficile à e[n]lever.
B$_2$ 206 (b)		2·665	0·674	16·73	29·0202	28·5702	0·4500	443	

SÉRIE III—suite.

Numéro de l'échantillonnage	Analyse immédiate	*Dimensions du disque avant l'Exposition* Diamètre en cms.	Épaisseur en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant l'exposition	*Poids du disque* Poids en grammes après l'enlèvement de rouille	Perte de poids en grammes due à la corrosion	Corrosion ou perte de poids en grammes par cm. carré de surface initiale par heure × 10⁶	Remarques.
B 206 (e)		2·805	0·586	17·44	27·8350	27·3661	0·4689	143	
B 206 (a)	Fe 99·3 % Cu 0·50 C 0·19	2·833	0·573	17·59	29·0498	28·5345	0·5153	482	Rouille pâle et facile à détacher.
B 206 (b)		2·833	0·734	18·94	38·4891	37·9390	0·5501	478	
B 206 (c)		2·940	0·697	19·92	36·1260	35·5740	0·5520	456	
B 208 (a)	Fe 99·0 % Cu 0·75 C 0·18	2·570	0·524	14·51	22·[illegible]248	22·2673	0·4575	519	Rouille foncée et assez tenace
B 208 (b)		2·620	0·272	13·81	15·4644	15·0484	0·4160	497	
B 208 (e)		2·960	0·537	18·54	27·8213	27·2679	0·5534	492	
34204 (a)	Lingot de fer américain 99·6 % Co 0·35 C 0·01	3·238	0·734	23·84	46·9786	46·2114	0·7672	638	Rouille pâle et assez tenace. Exposé pendant 5043 heures
34204 (b)		2·959	0·823	21·34	44·0585	43·3660	0·6925	643	Rouille pâle et assez tenace. Exposé pendant 5043 heures.
34204 (c)		3·017	0·816	21·95	45·4052	4[illegible]·6974	0·7078	638	
34204 (d)		3·140	0·814	23·46	48·9962	48·2394	0·7568	638	
34196 (a)	Lingot de fer américain 99·3 % Co 0·60 C 0·01	3·008	1·004	23·60	55·6110	54·6935	0·9175	640	Rouille pâle, et écailleuse.
34196 (b)		2·930	1·025	23·82	53·8524	53·0112	0·8412	582	
34196 (c)		3·105	0·975	24·84	[illegible]	54·0661	0·9256	613	
34196 (d)		2·993	0·999	23·33	54·[illegible]672	53·8681	0·9991	706	
34196 (f)		3·007	0·998	23·57	55·3730	54·4791	0·8939	624	
34185 (a)	Lingot de fer américain 98·8 % Co 1·18 C 0·01	3·138	1·006	25·27	60·5641	59·7725	0·7916	522	Rouille mi-foncée et assez difficile à enlever. Exposé pendant 6018 heures; trouvé sur le toit
34185 (b)		3·180	0·977	25·55	60·4420	59·6150	0·8270	533	
34185 (c)		3·172	1·000	25·70	61·6745	60·8444	0·8301	532	
34185 (d)		3·185	1·011	25·47	62·9224	61·9945	0·8279	535	

[1] Ces échantillons furent installés le 4 février, 1915, à 2.35 heures p.m.

4

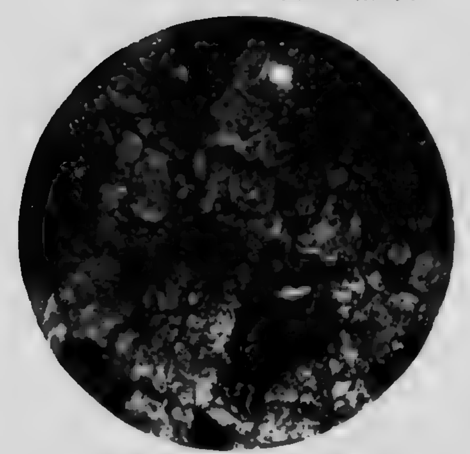
Nous donnons ci-après une série de microphotographies des alliages décrits dans la série III:—

PLANCHE III.



Alliage B 202
Fe . . . 99·5%
Co. . . . . . 0·25
C . . . . . . 0·18

PLANCHE IV.



Alliage B_2 199
Fe. . . . . .97·8%
Co . . . . 2·0
C. . . . . 0·16

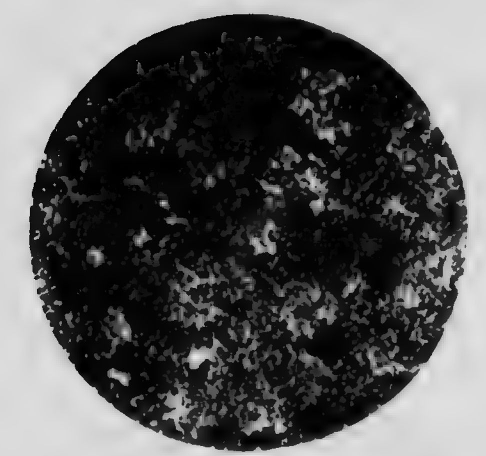
Planche V



Alliage S 250

Co	0·25%
C	0·083
Fe	99·6

Planche VI.



Alliage S 262

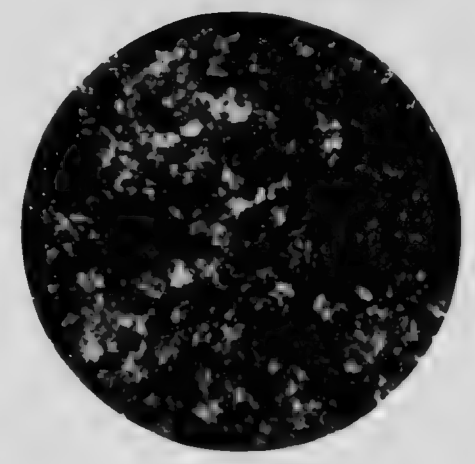
Fe	98·3%
Co	1·0
C	0·62

Planche VII.



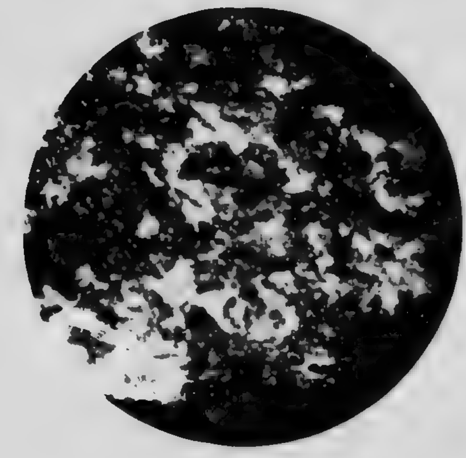
Alliage S 255
Fe........99·4%
Co........0·35
C.........0·21

Planche VIII.



Alliage B 209
Fe........99·2%
Co........0·5
C.........0·27

PLANCHE IX.



Alliage S 252

Fe........99·1%
Co........ 0·50
C......... 0·31

PLANCHE X.



Alliage S 260

Fe........99·1%
Co........ 0·75
C......... 0·17

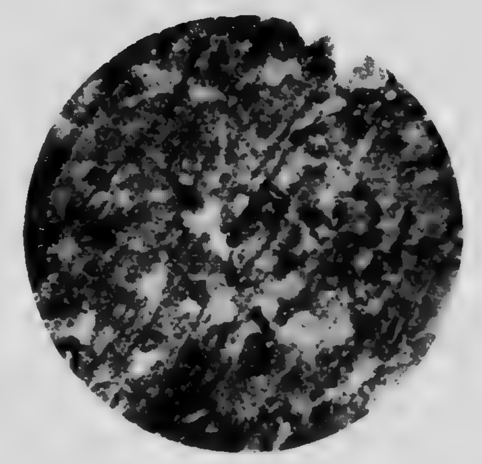
PLANCHE XI.



Alliage B 198

Fe........98·6%
Co........ 1·0
C......... 0·38

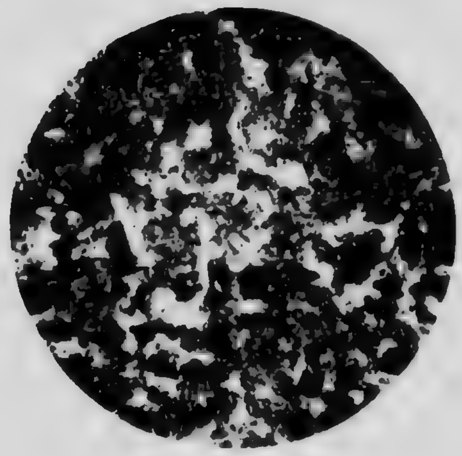
PLANCHE XII.



Alliage B_2 200

Fe........96·8%
Co........ 3·0
C......... 0·17

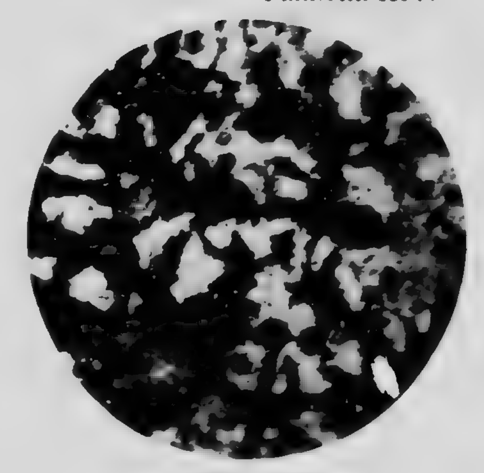
Planche XIII.



Alliage C 202

Fe........99·2%
Co .... 0·25
C.......... 0·49

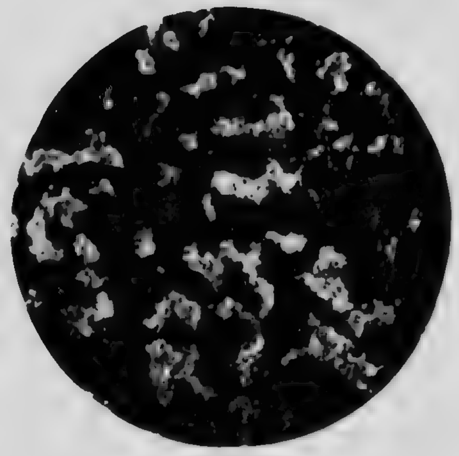
Planche XIV.



Alliage C 255

Fe........ 99·2%
Co......... 0·35
C.......... 0·49

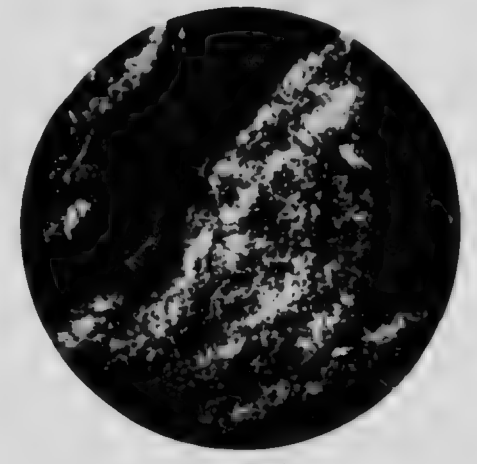
PLANCHE XV.



Alliage B 199

Fe........97·5%
Co........ 2·0
C......... 0·46

PLANCHE XVI.



Alliage S 251

Fe........99·6%
Ni........ 0·25
C......... 0·057

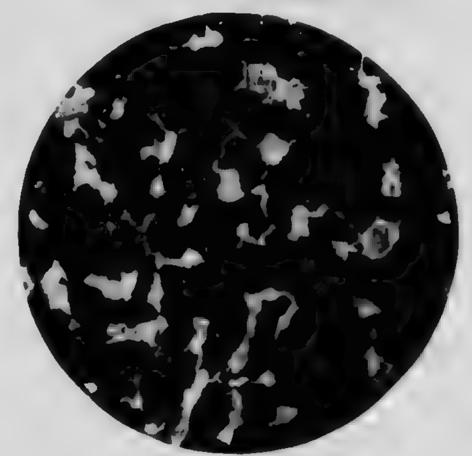
Planche XVII.



Alliage S 254

Fe......... 99·6%
Ni......... 0·35
C.......... 0·045

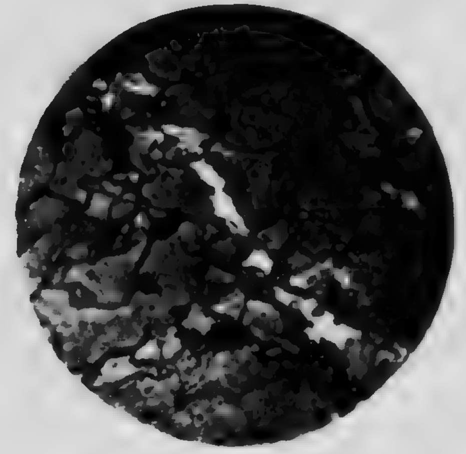
Planche XVIII.



Alliage S 258

Fe......... 99·4%
Ni......... 0·50
C.......... 0·072

PLANCHE XIX.



Alliage S 259

Fe .... 99·2%
Ni .... 0·75
C .... 0·067

PLANCHE XX.



Alliage B_2 195

Fe........98·9%
Ni........ 1·0
C........ 0·089

PLANCHE XXI.



Alliage S 263
Fe .... 98·9%
Ni .... 1·0
C......... 0·065

PLANCHE XXII.



Alliage S 269
Fe........ 97·9%
Ni........ 2·0
C   0·085

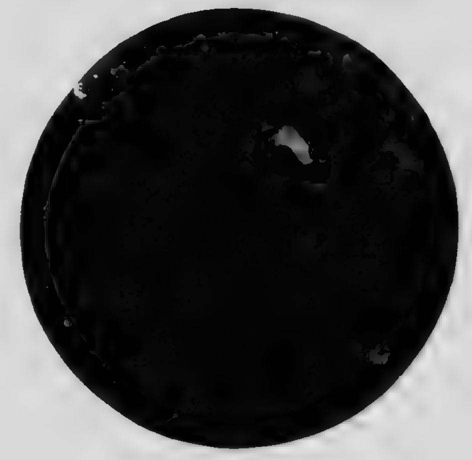
PLANCHE XXIII.



Alliage B 195

Fe . . . . . . 98·8%
Ni . . . . . . 1·0
C . . . . . . 0·24

PLANCHE XXIV.



Alliage B 196

Fe . . . . 97·8%
Ni . . . . 2·0
C . . . . 0·23

PLANCHE XXV.



Alliage B_2 197

Fe........	96·8%
Ni........	3·0
C.........	0·13

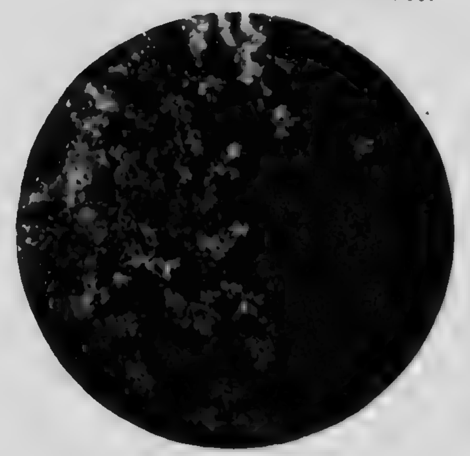
PLANCHE XXVI.



Alliage B 197

Fe........	96·7%
Ni........	3·0
C.........	0·21

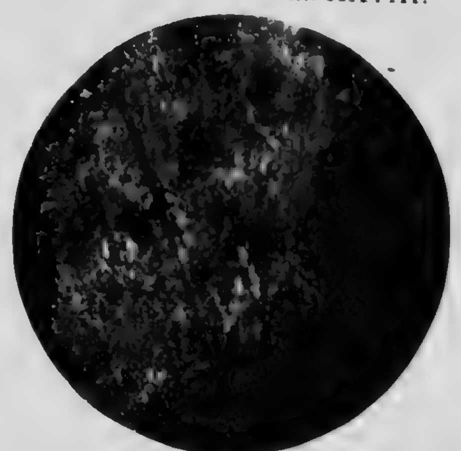
PLANCHE XXVII.



Alliage C 204

Fe.........99·3%
Ni.........0·25
C.........0·43

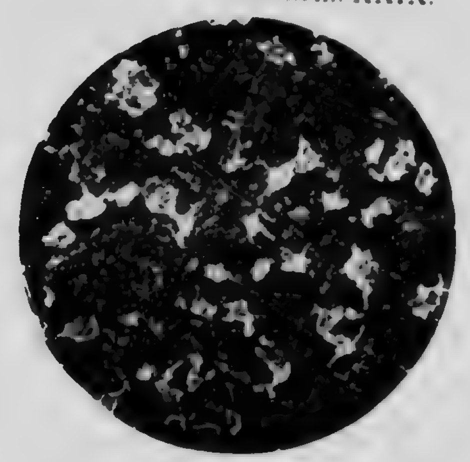
PLANCHE XXVIII.



Alliage B_2 205

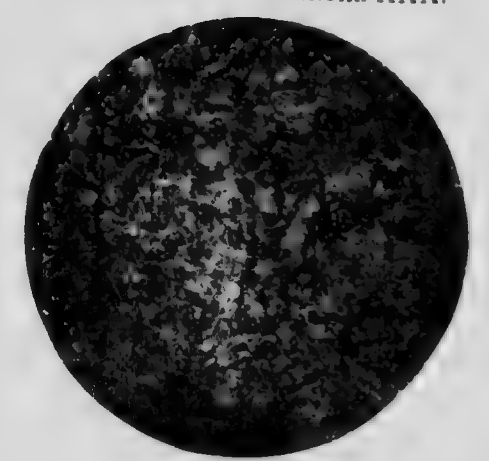
Fe.........99·7%
Cu.........0·25
C.........0·045

Planche XXIX.



Alliage B_2 206
Fe........99·3%
Cu........ 0·50
C......... 0·17

Planche XXX.



Alliage B 206
Fe........99·3%
Cu........ 0·50
C......... 0·19

PLANCHE XXXI.



Alliage B 208

Fe........99·0%
Cu........ 1·0
C.......... 0·18

Ess

uns
Les
tiré
étai
com

cinq
Mill

N° 3

N° 3

N° 34

N° 342

N° 440

Manièr

Ce
sphères
perte de
sulfuriq
à 20%.

9

SÉRIE IV.

Essais de corrosion accélérée.

Nous avons fait quelques essais de corrosion accélérée avec quelques-uns de ces alliages, dont les résultats sont instructifs, sinon conclusifs. Les auteurs ne croient pas que l'on puisse faire grand état des conclusions tirées des essais d'accélération quant à ce qui se produirait si ces alliages étaient employés dans l'air dans les conditions ordinaires. Pour être complets, nous avons inclus ces déterminations avec les autres.

Nous avons fait, comme suit, des essais de corrosion accélérée avec les cinq charges d'alliages de fer en lingot, expédiées par l'"American Rolling Mill Company":—

N° 34175

S.	0·026
P.	0·009
C.	0·010
Mn.	0·022
Cu.	0·016

N° 34185

S.	0·034
P.	0·006
C.	0·015
Mn.	0·017
Cu.	0·028
Co.	1·18

N° 34196

S.	0·040
P.	0·008
C.	0·010
Mn.	0·020
Cu.	0·024
Co.	0·60

N° 34204

S.	0·022
P.	0·009
C.	0·010
Mn.	0·020
Cu.	0·020
Co.	0·35

N° 44009

S.	0·025
P.	0·008
C.	0·010
Mn.	0·015
Cu.	0·24
Ni.	0·75

Manière de procéder dans les essais de corrosion accélérée.

Ces essais se firent soit (a) en immergeant les échantillons en forme de sphères dans l'acide sulfurique étendu pendant une heure, et en notant la perte de poids, soit (b) en les soumettant à l'action intermittente de l'acide sulfurique étendu et de l'air. L'acide employé pour ces essais était H_2SO_4 à 20%.

SÉRIE IV—suite.

Tous les échantillons avaient la forme de sphères d'environ 7 centimètres carrés de surface.

Les essais de corrosion intermittente se faisaient en immergeant les échantillons dans un compartiment d'une boîte en bois, disposée de telle façon que les échantillons étaient couverts et découverts automatiquement par l'inclinaison imprimée à la boîte, balancée sur un pivot en lame de couteau, par l'action de l'eau d'un robinet. Les sphères étaient maintenues en place à l'une des extrémités de la boîte au moyen de baguettes de verre.

L'appareil qui a servi à ces essais de corrosion était une boîte en bois d'environ 18" de longueur sur 12" de largeur, et trois pieds sur les côtés. Cette boîte était divisée sur la longueur en deux compartiments, dont l'un plus grand que l'autre, et le plus grand se subdivisant en deux parties égales dans le sens de la largeur, la partition étant juste au centre et dépassant les côtés en hauteur. Un morceau de bois en forme de lame de couteau était attaché solidement au fond de la boîte à l'extérieur et au centre.

Voici comment on procédait: on mettait les échantillons à un bout du compartiment non divisé sur la longueur, supportés et retenus en place par des tiges en verre, et recouverts de la solution corrodante. Ceci faisait pencher la boîte d'un côté, et les échantillons étaient ainsi recouverts par la solution jusqu'à ce que la boîte fût inclinée du côté opposé. Cette inclinaison s'obtenait en ouvrant un robinet à l'eau au-dessus de la boîte à corrosion, ce qui permettait à l'eau de pénétrer dans la partie haute du grand compartiment divisé, c'est-à-dire, à l'extrémité opposée à celle où se trouvaient les échantillons. Dès que ce compartiment était suffisamment rempli d'eau pour l'emporter sur le poids de la solution corrosive et des échantillons, la boîte penchait, et la solution se séparait des échantillons; du même coup, un jet d'eau du robinet, grâce à l'excédant de la planche de séparation, pénétrait dans le second compartiment, et ainsi, l'équilibre étant de nouveau rompu, la boîte revenait à sa position première.

À l'extrémité de chacun des compartiments à eau, juste au-dessus de la ligne d'eau, c'est-à-dire, la ligne où l'eau devait arriver pour faire pencher la boîte, on avait pratiqué une ouverture qui permettait à l'eau de s'écouler quand on avait obtenu l'inclinaison requise. En raison du poids considérable des échantillons et des tiges de verre, la ligne d'eau devait nécessairement être assez haute, et il fallut un syphon automatique, fait d'un tube en verre recourbé, et atteignant par l'ouverture jusqu'au fond de la boîte, pour la vider complètement. On imprima à la boîte un mouvement excentrique, en attachant à un des côtés de la planche-écluse une petite auge, qui ramenait à l'évier la plus grande partie de l'eau qui arrivait du robinet placé de ce côté. Le compartiment de ce côté de la boîte se remplissait par l'eau qui s'échappait des ouvertures pratiquées à dessein dans l'auge. Le filet d'eau du robinet et des ouvertures étaient proportionnés de telle sorte que l'opération complète durait environ une demi-heure.

Déterminations de la corrosion accélérée.

Le 21 mai, 1914, on détermina comme suit la dimension moyenne des sphères avant la corrosion:—

Numéro de l'échantillon	Diamètre en cms.	Surface en cms. carrés.	Poids en grammes avant la corrosion.	Poids final en grammes.	Perte de poids en grammes.	Perte de poids par cm. carré de surface exposée par heure.
34175	1·2656	7·952	8·3428	8·3273	0·0155	0·00216
34185	1·2426	7·808	7·8775	7·8608	0·0167	0·00238
34196	1·1811	7·421	6·7720	6·7584	0·0136	0·00204
34204	1·1739	7·376	6·6582	6·6440	0·0142	0·00214
44009	1·1928	6·867	5·3586	5·3514	0·0072	0·00117

SÉRIE IV—suite.

Au cours de ces expériences, les 5 sphères furent immergées dans l'acide pendant 54 minutes, puis exposées à l'air à l'intérieur du laboratoire pendant 5 heures et cinq minutes. Ces périodes d'immersion et d'exposition furent toutes divisées en 12 intervalles à peu près égaux, les douze immersions de 4 minutes ½ chacune, et les douze expositions correspondantes réalisant l'essai de corrosion.

Dans les colonnes 5 et 6 du tabeau ci-dessus nous donnons le poids final en grammes, après l'essai de corrosion et la perte de poids qui en résulte.

Une vérification de cet essai de corrosion a donné les résultats suivants:

(26 mai, 1914.)

Numéro de l'échantillon.	Diamètre en cms.	Surface en cms. carrés	Poids en grammes avant la corrosion.	Poids final en grammes.	Perte de poids en grammes.	Perte de poids par cm. carré de surface exposée par heure.
34175		7·953	8·3199	8·3033	0·0166	0 00232
34185		7·808	7·8532	7·8352	0·0180	0·00256
34196		7·421	6·7530	6·7386	0·0144	0·00216
34204		7·376	6·6374	6 6222	0·0152	0·00229
44009		6·867	5·3483	5·3404	0·0079	0·00216

On voit par ces tableaux que les deux séries de déterminations concordent parfaitement, et que la passivité des alliages varie dans l'ordre suivant:—

44009
34196
34204
34175
34185

Afin d'établir la comparaison entre ces alliages, on fit un essai de corrosion à l'acide sulfurique-étalon de la façon modifiée que nous venons de décrire. Les essais consistaient à immerger les 5 échantillons ci-dessus dans l'acide sulfurique à 20% pendant 54 minutes sans interruption. Le tableau ci-joint indique les résultats:—

Numéro de l'échantillon	Poids en grammes avant l'immersion	Poids en grammes après l'immersion	Perte de poids en grammes	Perte de poids en grammes par cm. carré de surface exposée par heure
34175	8·3275	8·3235	0·0038	0·00053
34185	7·8608	7·8569	0·0039	0·00055
34196	6·7584	6·7557	0·0027	0·00040
34204	6·6440	6·6406	0·0034	0·00051
44009	5·3514	5·3498	0·0016	0·00026

SÉRIE IV—suite.

Nous avons vérifié cet essai de corrosion, de la même manière que le premier, et voici nos résultats:—

Numéro de l'échantillon	Poids en grammes avant l'immersion	Poids en grammes après l'immersion	Perte de poids en grammes	Perte de poids en grammes par cm. carré de surface exposée par heure
34175	8·3235	8·3199	0·0036	0·00052
34185	7·8569	7·8532	0·0037	0·00053
34196	6·7557	6·7530	0·0027	0·00040
34204	6·6406	6·6374	0·0032	0·00050
44009	5·3498	5·3483	0·0015	0·00024

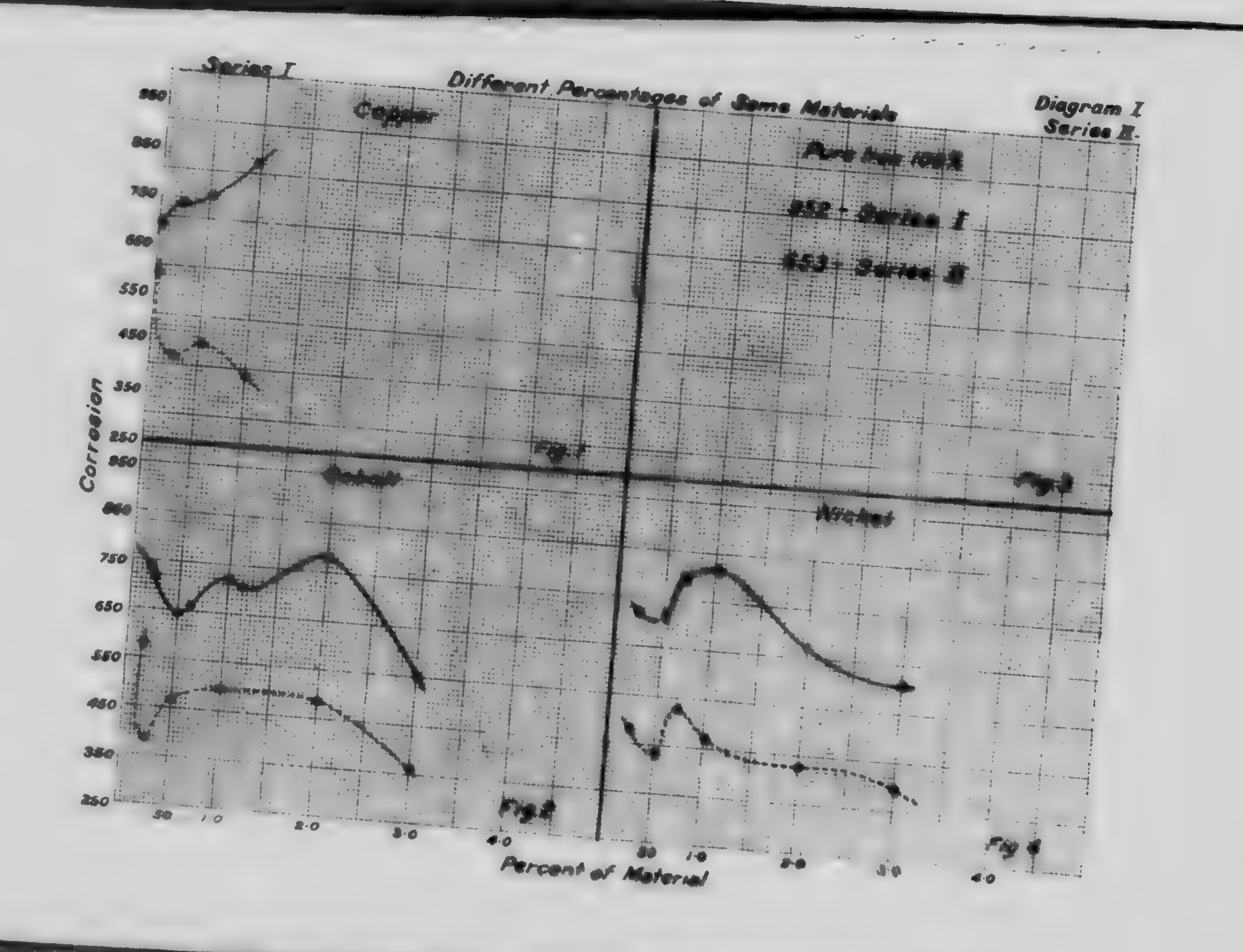
Ces deux essais sont concordants et prouvent que la passivité des alliages suit l'ordre énoncé précédemment:—

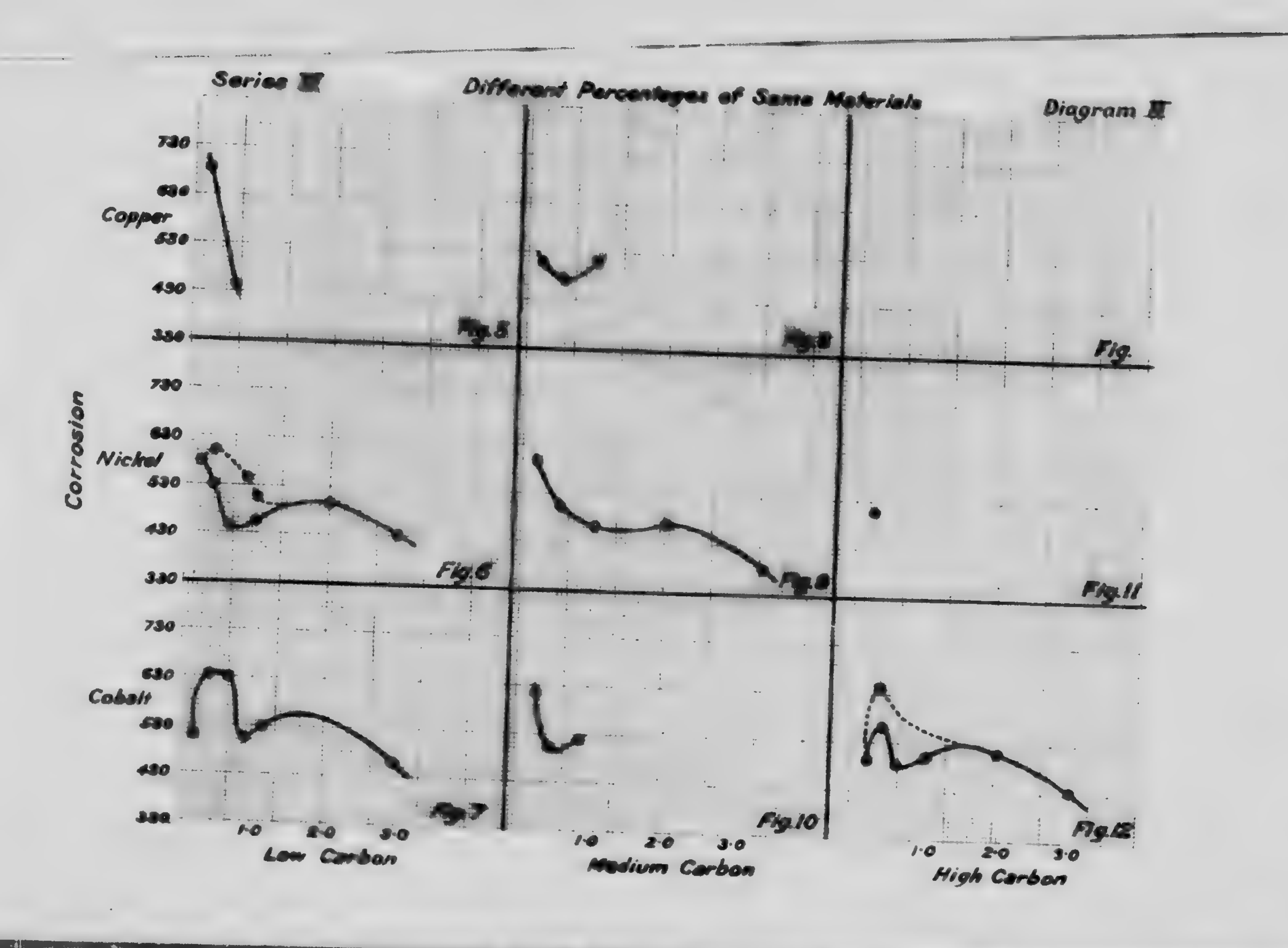
44009
34196
34204
34175
34185

Conclusion.

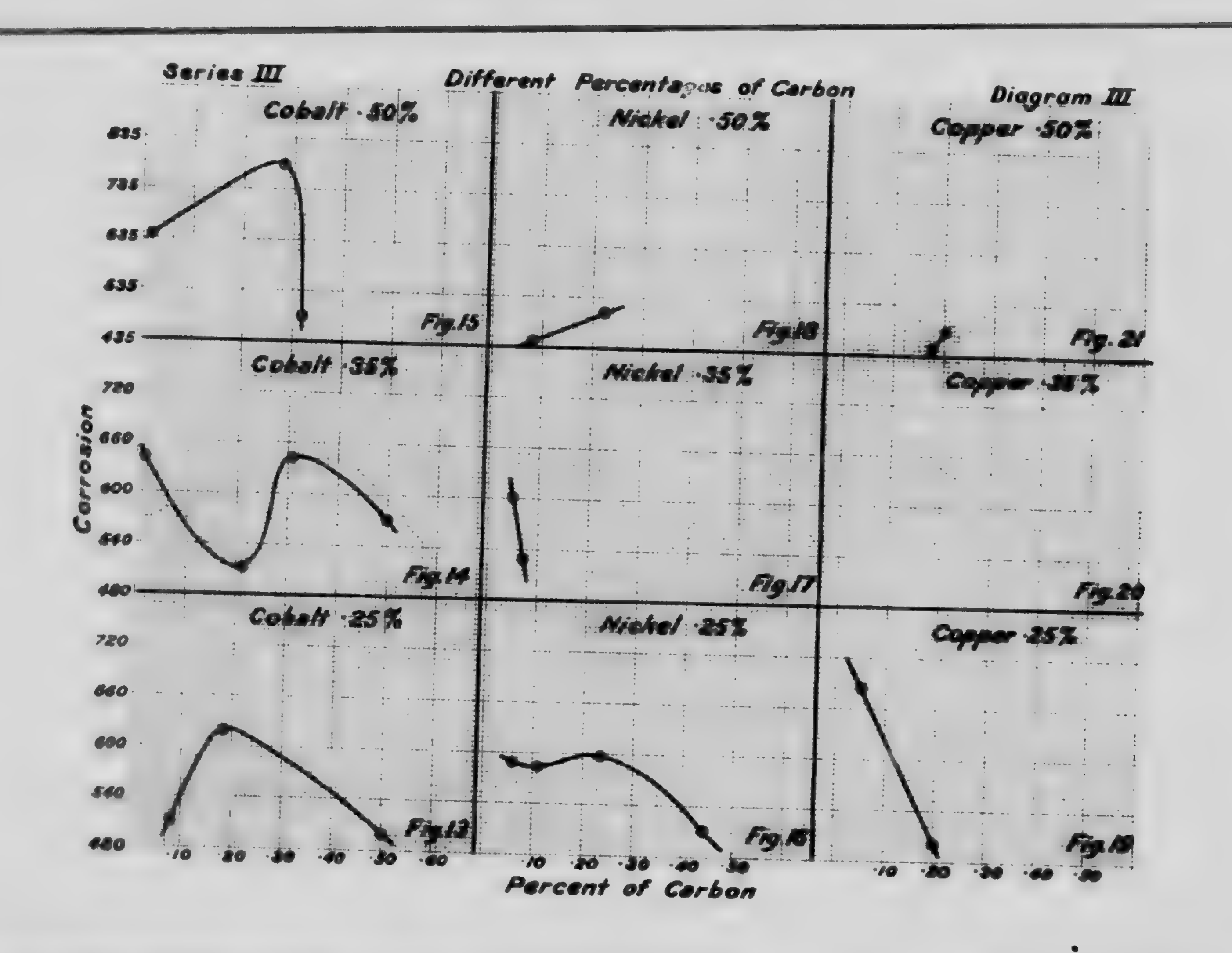
Si l'on était certain que ces essais de corrosion accélérée reproduisent exactement les conditions atmosphériques, il serait clair que l'addition du métal "monel" au lingot de fer américain, jusqu'à 1% environ, donne un alliage moins corrosif pour les matériaux de toiture en feuilles que l'addition d'égales quantités de cobalt.

Ce genre d'essai de la corrosion démontre que l'alliage qui contient 0·60% de cobalt est moins sujet à se corroder que celui qui renferme plus de cobalt (1·18% de Co) ou que celui qui en contient moins (0·35% de Co).

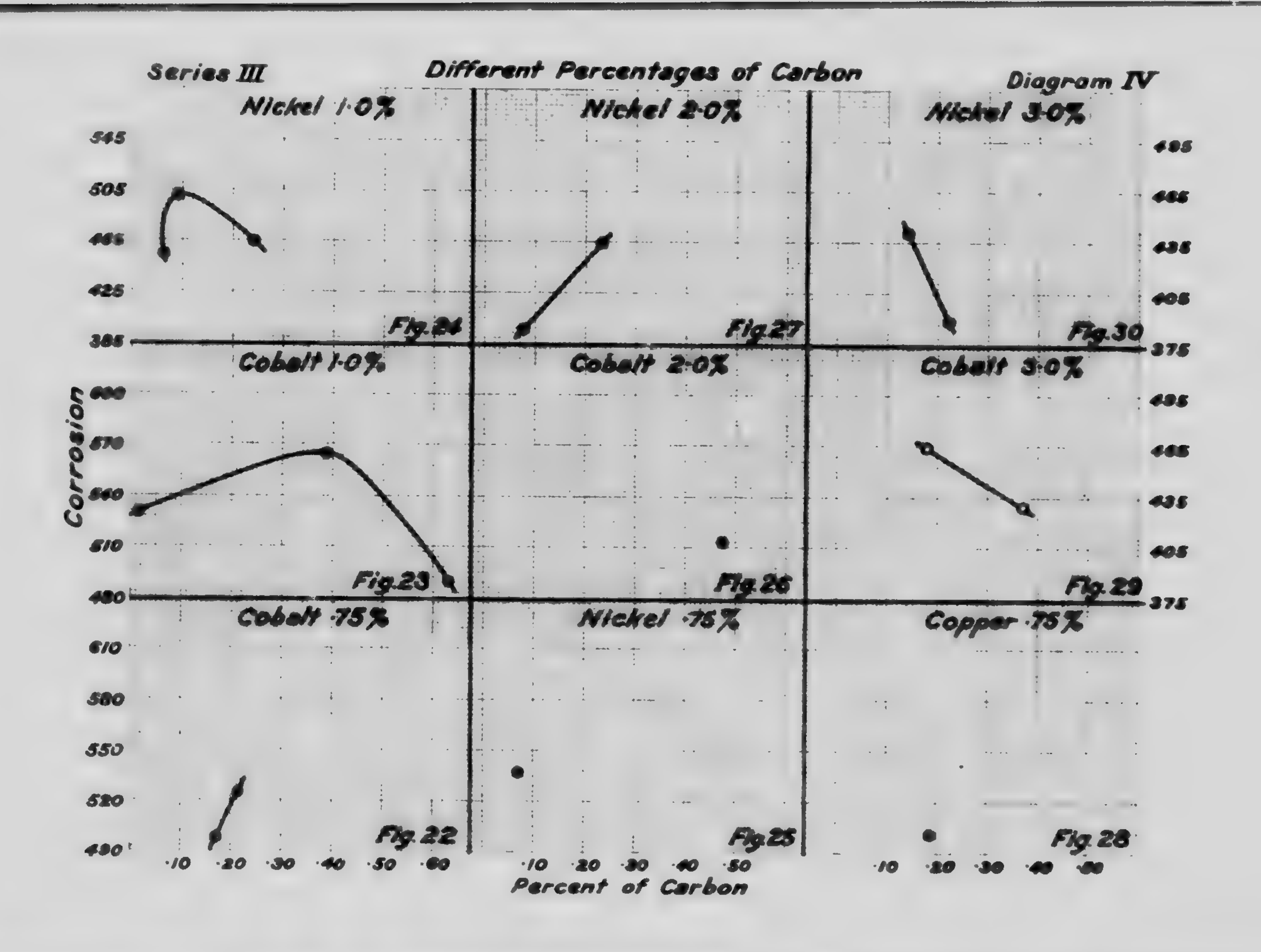

Series I
Different Percentages of Same Materials
Diagram I
Series II
Copper
Fig 1
Fig 2
Corrosion
Percent of Material

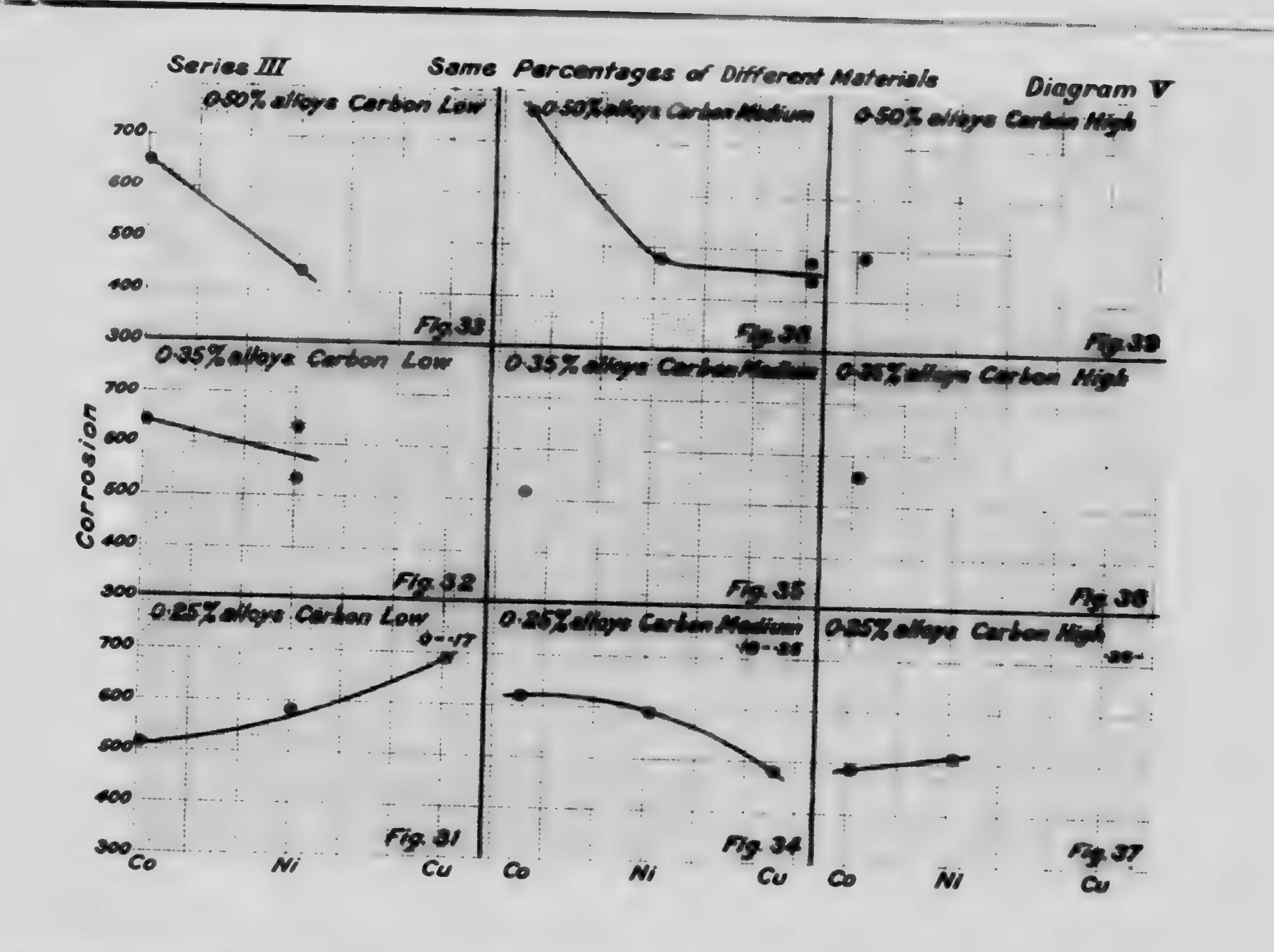


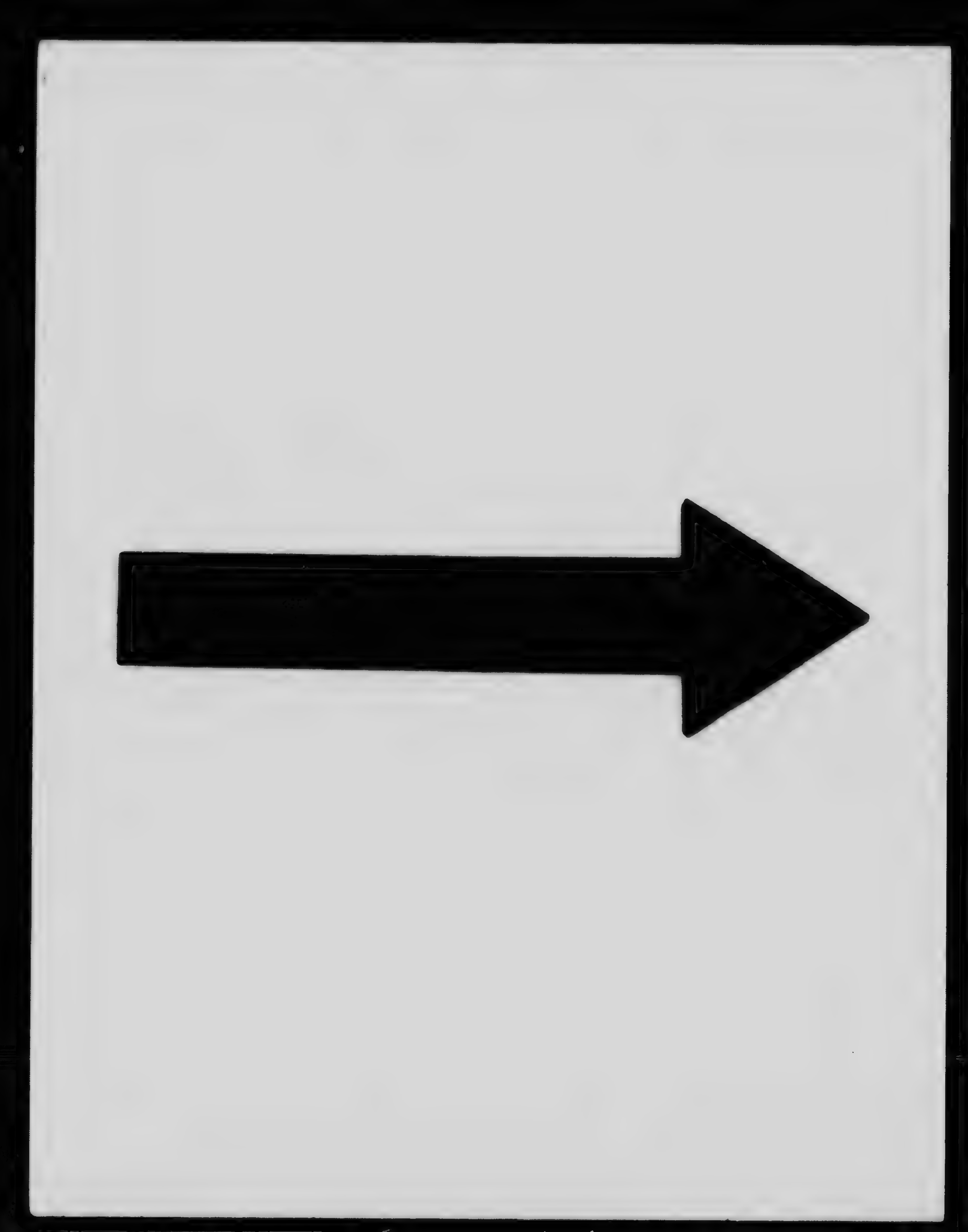
Series III
Different Percentages of Same Materials
Diagram III
Corrosion
Copper
Nickel
Cobalt
730
530
430
330
730
630
530
430
330
730
630
530
430
Fig.5
Fig.
Fig.6
Fig.11
Fig.10
Fig.12
1·0
2·0
3·0
Low Carbon
1·0
2·0
3·0
Medium Carbon
1·0
2·0
3·0
High Carbon



Series III
Different Percentages of Carbon
Diagram III
Cobalt ·50%
Nickel ·50%
Copper ·50%
Fig.15
Fig.18
Fig. 21
Cobalt ·35%
Nickel ·35%
Copper ·35%
Fig.14
Fig.17
Fig.20
Cobalt ·25%
Nickel ·25%
Copper ·25%
Fig.13
Fig.16
Fig.19
Corrosion
Percent of Carbon

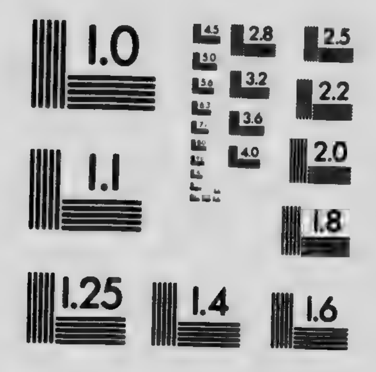

Series III
Different Percentages of Carbon
Diagram IV
Nickel 1·0%
Nickel 2·0%
Nickel 3·0%
Fig. 24
Fig. 27
Fig. 30
Cobalt 1·0%
Cobalt 2·0%
Cobalt 3·0%
Fig. 23
Fig. 26
Fig. 29
Cobalt ·75%
Nickel ·75%
Copper ·75%
Fig. 22
Fig. 25
Fig. 28
Corrosion
Percent of Carbon
545
505
465
425
385
600
570
540
510
480
610
580
550
520
490
·10 ·20 ·30 ·40 ·50 ·60
·10 ·20 ·30 ·40 ·50
·10 ·20 ·30 ·40 ·50
375

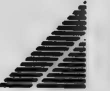

Series III
Same Percentages of Different Materials
Diagram V
0·50% alloys Carbon Low
0·50% alloys Carbon Medium
0·50% alloys Carbon High
0·35% alloys Carbon Low
0·35% alloys Carbon Medium
0·35% alloys Carbon High
0·25% alloys Carbon Low
0·25% alloys Carbon Medium
0·25% alloys Carbon High
Corrosion
700
600
500
400
300
Fig. 33
Fig. 39
Fig. 32
Fig. 35
Fig. 31
Fig. 34
Fig. 37
Co
Ni
Cu

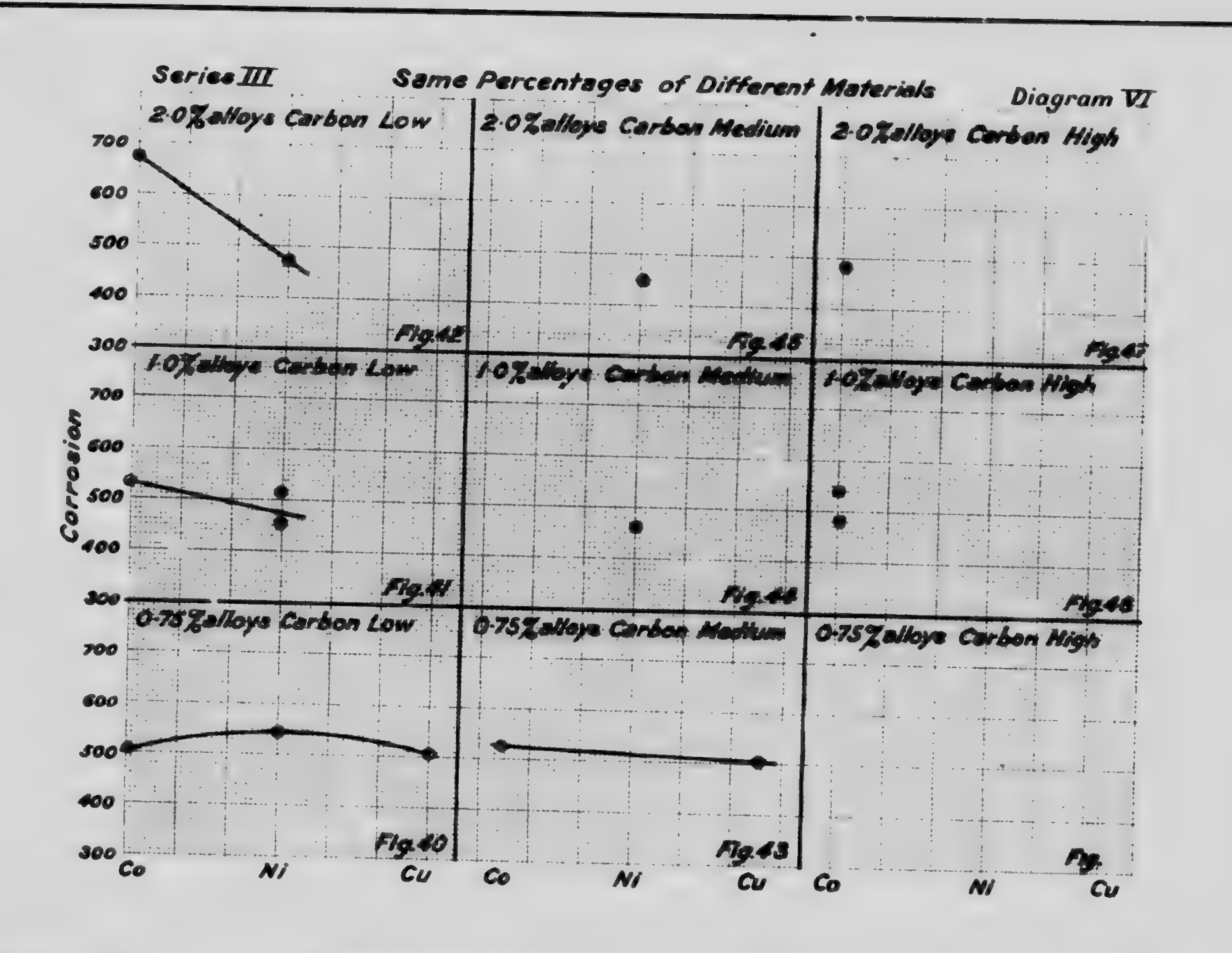


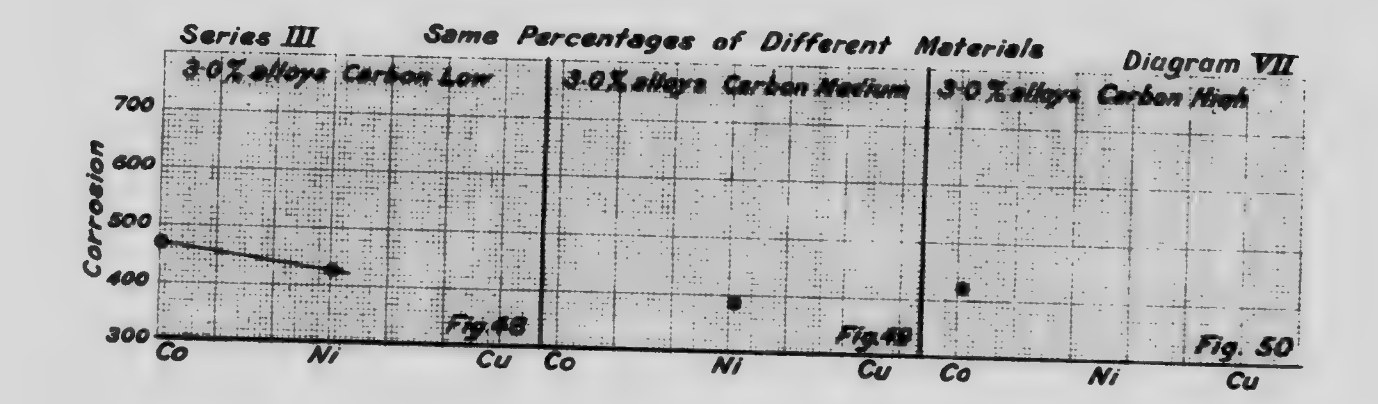
MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)






Series III
Same Percentages of Different Materials
Diagram VI
2·0% alloys Carbon Low
2·0% alloys Carbon Medium
2·0% alloys Carbon High
Fig. 42
Fig. 45
Fig. 47
1·0% alloys Carbon Low
1·0% alloys Carbon Medium
1·0% alloys Carbon High
Fig. 41
Fig. 44
Fig. 46
0·75% alloys Carbon Low
0·75% alloys Carbon Medium
0·75% alloys Carbon High
Fig. 40
Fig. 43
Fig.
Corrosion
700
600
500
400
300
Co
Ni
Cu


Series III
Same Percentages of Different Materials
Diagram VII
3.0% alloys Carbon Low
3.0% alloys Carbon Medium
3.0% alloys Carbon High
Corrosion
700
600
500
400
300
Co
Ni
Cu
Co
Ni
Cu
Co
Ni
Cu
Fig. 48
Fig. 49
Fig. 50

ESSAIS DE CORROSION, ALLIAGES DE FER AMÉRICAIN EN LINGOT SOUS FORME DE MATÉRIAUX EN FEUILLES POUR TOITURE.

À part les essais nombreux de corrosion que nous avons faits avec les disques de l'alliage mentionné plus haut, nous avons aussi fait des essais de corrosion atmosphérique avec des feuilles de ces alliages dans les conditions d'usage.

Du cobalt pur, dont nous avons donné l'analyse à la page 5, fut expédié de notre laboratoire à l'"American Rolling Mill Company", Middletown, Ohio, dans les premiers jours de 1913. Il fut entendu que les charges préparées pour leur fourneau d'expériences de quatre tonnes seraient telles qu'elles pourraient être laminées en feuilles de toiture de grandeur normale pour servir aux essais usuels de corrosion. Trois de ces feuilles d'alliages de cobalt furent envoyées à notre laboratoire, ainsi qu'une autre charge préparée de la même façon, où l'on avait employé le métal "monel" au lieu du cobalt, et une feuille de fer-étalon américain en lingot pour les comparer. Ces feuilles étaient de 30" par 96" et jaugeaient n° 26 (0·0188" d'épaisseur). Toutes ces feuilles étaient en double.

Analyses

Suivent les analyses de ces feuilles:—

Analyses des matériaux de toiture en feuilles.

Lingot de fer Américain 34175	Alliage de Cobalt à 1% 34185	Alliage de Cobalt à 0·60% 34196	Alliage de Cobalt à 0·35% 34204	Métal "Monel" à 1% 44009
S 0·026	S 0·034	S 0·040	S 0·022	S 0·025
P 0·009	P 0·006	P 0·008	P 0·009	P 0·008
C 0·010	C 0·015	C 0·010	C 0·010	C 0·010
Mn 0·022	Mn 0·017	Mn 0·020	Mn 0·020	Mn 0·015
Cu 0·016	Cu 0·028	Cu 0·024	Cu 0·020	Cu 0·24
	Co 1·18	Co 0·60	Co 0·35	Ni 0·75

Ces cinq feuilles furent placées l'une près de l'autre sur un cadre en bois qui leur servait de support. Elles furent exposées sur un plan incliné à 60 degrés avec l'horizon. Elles subissent la corrosion depuis le 18 mars, 1914, et depuis cette date, on en a fait des observations photographiques et visuelles de temps à autre.

Il faudra encore un an au moins avant que les feuilles soient entièrement corrodées, et d'ici là, on ne peut formuler de conclusions définitives. Jusqu'ici, il semblerait cependant que la perte de poids de l'alliage de cobalt à 1%, et de celui de 0·60%, est moindre que celle des autres. Tous deux se sont recouverts d'un dépôt protecteur, dur, épais, et tenace.

Quoiqu'on ne puisse dire avec certitude laquelle de ces trois feuilles est la moins corrodée, à savoir, l'alliage de cobalt à 1%; ou l'alliage de cobalt à 0·60%; ou l'alliage de métal "monel" à 1%; il n'est pas douteux cependant que tous trois sont très supérieurs en résistance à la corrosion à la feuille de fer américain en lingot, ou à celle qui contient l'alliage de cobalt à 0·35%. À date, le fer américain en lingot est le plus corrodé.

Suivent les diagrammes I à II, embrassant les figures 1 à 50, et qui sont une représentation graphique et visuelle des données précédentes. Avec ces données et ces diagrammes, il est possible d'arriver aux conclusions générales suivantes.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

1. La corrosion ou perte de poids en grammes par centimètre carré de surface initiale par heure est une fonction de la durée de l'exposition, étant plus haute dans les expositions plus longues. Ceci est dû, du moins en partie, à la propriété qu'ont ces alliages de se créer une couche ou une dépôt protecteur.

2. Les tracés qui représentent les séries I et II se ressemblent beaucoup. Ces séries comprennent des corrosions distinctes d'un même groupe d'échantillons. Par conséquent, les irrégularités qu'on y remarque ne sont probablement pas attribuables à l'insuffisance des déterminations, mais à l'impossibilité de contrôler la structure physique des alliages au cours de leur préparation.

3. Les alliages obtenus par l'addition de faibles pourcentages de cuivre, de nickel et de cobalt (de 0·25% à 3·0%) au lingot de fer américain, résistent mieux à la corrosion atmosphérique que le fer américain pur en lingot, qui entre dans la préparation de ces alliages.

4. Si l'on considère les données des alliages formés par l'addition de quantités variables de cobalt (de 0·25% à 3·0%) au lingot de fer américain, contenant peu ou point de carbone, il devient évident que la corrosion n'est pas une simple fonction du pourcentage de cobalt présent. En général, la corrosion des alliages formés par l'addition de 3% de cobalt au lingot de fer américain est d'environ 75% de celle des alliages qui renferment 0·5% de cobalt.

5. Dans les alliages qui résultent de l'addition de 0·25% à 3·0% de cobalt au lingot de fer américain, et qui contiennent peu ou point de carbone, la corrosion est de 50% à 75% de celle du lingot de fer américain, qui sert à les préparer.

6. Les conclusions 5 et 6 s'appliquent, approximativement, aux alliages correspondants du nickel non moins qu'à ceux du cobalt. Il semble qu'il y ait très peu de choix à faire entre l'emploi du cobalt ou du nickel dans la préparation des alliages avec le fer américain en lingot, pourvu qu'il y ait de 0·25% à 3·0% du métal additionné pour diminuer la corrosion. Ceci ressort des essais avec les disques, sauf l'exception à faire dans la septième conclusion.

7. À mesure que la corrosion avance, tous les alliages se recou[illegible] de dépôts protecteurs d'oxydes. Mais, on a remarqué, dans tous le[illegible] que les oxydes formés du cobalt sont plus foncés, plus denses et plus te[illegible] que ceux des autres alliages.

8. Cependant, l'effet du dépôt mentionné dans la septième c[illegible]sion pour empêcher la corrosion ne semble pas être beaucoup à l'avan[illegible] des alliages de cobalt, malgré ses avantages apparents, du moins pendant la durée des expériences décrites plus haut.

9. Pour arriver à une conclusion définitive par rapport aux avantages possibles et certains du dépôt protecteur des alliages de cobalt, comparés aux autres feuilles, il aurait fallu attendre la corrosion complète de tous les alliages. Nous donnerons plus tard les résultats de ces essais qui ont déjà été décrits dans ces pages.

10. Le cuivre ajouté au lingot de fer américain dans la proportion de 0·25% à 0·75% semble avoir pour effet de diminuer la corrosion atmosphérique. Il est difficile de dire si l'addition de cuivre dans les proportions indiquées est préférable au nickel ou au cobalt, à parties égales. Il faudra de nouveaux essais pour déterminer ce point; mais, il semble peu douteux que l'addition de cuivre, dans les proportions mentionnées, ne diminue la corrosion du fer pur américain en lingot.

11. L'étendue de la corrosion varie d'après le pourcentage du carbone de l'alliage, comme on pouvait le soupçonner, et comme on peut le constater par les tracés graphiques.

REMERCIEMENTS.

Au cours des nombreuses études que comporte cet ouvrage, et qui ont duré plusieurs années, les auteurs ont reçu de temps à autre le concours empressé de Mr C.-H. Harper, du laboratoire des recherches, Université Queens, Kingston, Ontario, aujourd'hui professeur au Collège de Moosejaw, Saskatchewan; et de Mr Walter L. Savelle, du laboratoire des recherches Université Queens, Kingston, Ontario, actuellement employé au département des métaux de la Deloro Mining and Reduction Company, Deloro, Ontario.

Les auteurs sont heureux de reconnaître ici les services rendus par ces messieurs, ainsi que par Mr R.-C. Wilcox, du laboratoire des recherches de l'Université Queens, Kingston, Ontario, actuellement chimiste à "The Exolon Company", Thorold, Ontario, qui a fait presque toutes les analyses contenues dans ce travail.